

Eetu Wallius

TURVALLISUUDEN VALVONNAN KE- HITTÄMINEN RATAHANKKEISSA

Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Diplomityö
Tammikuu 2019

TIIVISTELMÄ

Eetu Wallius: Turvallisuuden valvonnan kehittäminen ratahankkeissa
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Konetekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma
Joulukuu 2018

Turvallisuustarkastusten ja -valvonnan avulla kerätään tietoa organisaation tai projektin turvallisuustilasta, jotta oikeita turvallisuuteen vaikuttavia toimenpiteitä voidaan toteuttaa ja turvallisuustason kehitystä seurata. Tämän tutkimuksen kohdeorganisaatio tuottaa Liikenneviraston ratahankkeisiin rakennuttamispalveluita, joihin sisältyy urakoitsijoiden työn valvonta. Valvontaan kuuluu rakennusteknisten asioiden lisäksi sopimustenmukaisen työsuojeluvuoroitteen toteutumisen seuranta. Kohdeorganisaatiossa turvallisuuden valvonnan käytännöt eivät olleet yhtenäisiä, eikä valvojien turvallisuustyö järjestelmällistä. Näistä syistä organisaatiossa oli kehitteillä mobiilipohjainen työkalu, jonka avulla työmaavalvontaa pyrittiin tehostamaan.

Tämän diplomityön tavoitteena oli luoda kohdeorganisaatioon yhtenäisiä menettelyjä en-tuudestaan vaihteleviin turvallisuuden valvonnan käytäntöihin ja helpottaa turvallisuus-seikkojen havainnointia sekä havaintojen taltiointia työmaavalvonnassa kehittämällä uusi valvontatyökalu. Työ koostui viidestä osatehtävästä, jotka olivat kohdeorganisaation tur-vallisuuden valvonnan ja kehitteillä olevan työkalun nykytila-analyysi, työkalun vaati-musmäärittely, viitekehyksen luominen työkalun käyttöä varten nykytilan ja vaatimusten pohjalta, tarkastuslistojen konstruointi sekä työkalun verifiointi ja validointi.

Nykytila-analyysin keskeisinä tuloksina nousivat esiin epäselvät odotukset ja vaatimuk-set turvallisuusvalvontaan liittyen, Liikenneviraston ohjeiden asettamien turvallisuusvaa-timusten koettu moninaisuus ja epäselkeys sekä ongelmat turvallisuushavaintojen rapor-toinnissa ja tiedonkulussa turvallisuuskoordinaattoreiden sekä valvojien välillä. Keskei-siä valvontatyökalulta vaadittavia käyttäjäominaisuuksia olivat helppokäyttöisyys ja käy-tön nopeus. Työkalun käyttöä varten luodussa viitekehyksessä huomioidaan tiedonkulun varmistaminen kohdeorganisaation, valvottavan urakoitsijan ja tilaajan kesken. Viiteke-hys myös liittyy turvallisuuden valvonnan hankkeiden riskienhallintaan ja turvallisuus-poikkeamatietoihin. Viitekehyksen mukaiset tarkastukset kohdistuvat vaihtuviin turvalli-suusteemoihin, tiettyihin työvaiheisiin ja työmaa- tai hankekohtaisiin riskienhallintatoi-menpiteisiin. Luodun työkalun avulla turvallisuustarkastukset ovat suoritettavissa nope-asti ja helposti. Tulosten perusteella mobiilipohjainen työkalu on toimiva keino tehostaa ja helpottaa työmaavalvojien turvallisuustyötä.

Avainsanat: rautatierakennuttaminen, valvonta, turvallisuustarkastus, mobiilisovellus

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ABSTRACT

Eetu Wallius: Improving safety work of building supervisors in railroad projects
Master of Science Thesis
Tampere University
Masters Programme in Mechanical Engineering
December 2018

Safety inspections are conducted in order to collect information regarding safety of an organization or a project so that corrective actions can be carried out and the development of safety level monitored. The target organization of this research produces railroad development services for the Finnish Transport Agency, which include the supervision of contractor's work. The practices for safety supervision in the target organization were not uniform and the safety work of the building supervisors was not systematic. For these reasons, a mobile application based tool was being developed to enhance building supervision in construction sites.

The goal of this study was to create uniform procedures for the previously various practices in safety supervision and to ease the making and recording of safety observations by developing a new inspection tool. This study consisted of five subtasks, which were the current state analysis of building supervision and the mobile tool being developed in the target organization, requirement specification of the tool, creating a framework for the use of the inspection tool and creating checklists for the inspection tool. Finally, the developed tool was verified and validated.

The main results of the current state analysis were unclear expectations regarding building supervisors' safety work, unclear safety requirements described in the rulebooks of the Finnish Transport Agency, problems in recording safety observations and the lack of communication between building supervisors and safety coordinators. The most important user requirements specified for the tool were the ease and speed of use. In the inspection framework created the communication between the target organization, supervised contractor and the client was taken into account. The framework also links safety supervision with project risk management and documented safety deviations. The inspections included in the framework are targeted at different safety themes, certain work tasks and project or site specific risk management measures. Safety inspections can be done quickly and with little effort using the created tool and checklists. The results indicate that using a mobile tool can make building supervisors' safety work more effective and easier.

Keywords: railroad development, supervision, safety inspection, mobile application

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

ALKUSANAT

Diplomityötutkimuksen toteuttaminen oli mielenkiintoinen prosessi, jonka aikana pääsin tutustumaan tarkemmin rakennuttajan turvallisuus- ja riskienhallintatehtäviin ratahankkeissa. Diplomityön kirjoittamisen aikana Liikennevirastosta tuli Väylä, Trafista Traficom ja myös Tampereen teknillinen yliopisto sulautui osaksi uutta Tampereen yliopistoa. Maailmassa, jossa vain muutos on pysyvää, ei oppimista voi lopettaa, vaikka korkeakouluopinnot loppuisivatkin. Uskon kuitenkin, että diplomityön kirjoittamisen aikana oppimani ongelmanratkaisun viitekehys tulee olemaan hyödyllinen myös tulevaisuudessa.

Haluan kiittää Rejlers Finland Oy:tä, joka mahdollisti tämän diplomityön tekemisen. On ollut hienoa päästä työskentelemään osana kovan luokan asiantuntijajoukkoa. Erityiskiitos työni ohjaajalle Jaana Ojalalle ja vinkkejä antaneelle Simo Saunille. Kiitos myös professori Jouni Kivistö-Rahnastolle työn tarkastamisesta ja hyvistä neuvoista diplomityön kirjoittamisen aikana.

Kiitokset vanhemmilleni ja ystävilleni, jotka ovat olleet tukenani koko opintojen ajan. Kiitos Neealle oikoluvusta ja henkisestä tuesta.

Tampereella, 1.2.2019

Eetu Wallius

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Työn tausta ja tarve	1
1.2	Tavoite, osatehtävät ja rajaus	2
1.3	Työn sisältö ja rakenne.....	3
2.	TAUSTA JA TEORIA.....	5
2.1	Ratahankkeissa noudatettava turvallisuuslainsäädäntö ja -ohjeet.....	5
2.1.1	Työturvallisuuslainsäädäntö Suomessa.....	6
2.1.2	Rautateiden turvallisuutta koskeva lainsäädäntö ja määräykset	11
2.1.3	Liikenneviraston ohjeet.....	12
2.2	Liikenneviraston rautatietojärjestelmien turvallisuusjohtamisjärjestelmä	15
2.3	Turvallisuuden valvonta ja turvallisuustarkastukset	16
2.3.1	Turvallisuustarkastukset ja valvonta osana turvallisuusjohtamista	16
2.3.2	Turvallisuuden valvonnan ja turvallisuustarkastusten vaikuttavuus	21
2.3.3	Turvallisuustarkastusten suorittaminen ja turvallisuusseikkojen havainnointi.....	23
2.3.4	Työkalut turvallisuuden valvonnassa.....	25
2.4	Ohjelmistokehitys.....	30
2.4.1	Ohjelmiston vaatimusmäärittely	30
2.4.2	Ohjelmiston käytettävyys.....	32
2.4.3	Verifiointi ja validointi ohjelmistokehityksessä	34
2.4.4	Ketterä ohjelmistokehitys	36
3.	TYÖN KOHDE JA OSATEHTÄVÄT	38
3.1	Työn kohdeorganisaatio	38
3.1.1	Rejlers Finland Oy	38
3.1.2	Rejlers Finland Oy:n ratahankkeiden valvontaorganisaatio	38
3.2	Tutkimusote ja työn eteneminen	38
3.3	Nykytila-analyysi	40
3.3.1	Turvallisuuden valvonnan nykytila kohdeorganisaatiossa	40
3.3.2	RejCheck-ohjelmistotyökalun nykytila.....	42
3.4	RejCheck-työkalun vaatimusten määrittely	43
3.4.1	Työkalun käyttötarkoitus ja yksikköjohdon vaatimukset	43
3.4.2	Liikenneviraston projektipäällikön vaatimukset.....	44
3.4.3	Turvallisuuskoordinaattoreiden asettamat vaatimukset.....	44
3.4.4	Käyttäjä- ja käytettävyysvaatimusten määrittely	44
3.5	Työkalun käytön viitekehyksen luominen	46
3.6	Valvonnan tarkastuslistojen konstruointi	46
3.6.1	Listojen vaatimusmäärittely.....	46
3.6.2	Listojen kokoaminen.....	47
3.7	Verifiointi ja validointi.....	47

4.	TULOKSET	48
4.1	Nykytila-analyysi	48
4.1.1	Turvallisuuden valvonnan nykytila kohdeorganisaatiossa	48
4.1.2	RejCheck-ohjelmistotyökalun nykytila.....	54
4.2	Työkalua ja sen käyttöä koskevat vaatimukset	56
4.2.1	Työkalun tarkoitus ja yksikköjohdon asettamat vaatimukset	57
4.2.2	Liikenneviraston projektipäällikön asettamat vaatimukset.....	57
4.2.3	Turvallisuuskoordinaattorien asettamat vaatimukset.....	58
4.2.4	Ohjelmistotyökalun käyttäjä- ja käytettävyystvaatimukset	59
4.3	Työkalun käytön viitekehys ja raportointi	60
4.4	Valvonnan tarkastuslistojen konstruointi	64
4.4.1	Tarkastuslistoja koskevat vaatimukset.....	64
4.4.2	Valmiit tarkastuslistat	66
4.5	Verifiointi ja validointi.....	67
5.	POHDINTA	69
5.1	Tulosten uskottavuus.....	69
5.2	Tulosten tutkimuksellinen merkitys	71
5.3	Tulosten käytännön merkitys	73
6.	JOHTOPÄÄTÖKSET	76
	LÄHTEET.....	78

LIITE 1: VALVOJAN TEEMAHAASTATTELURUNKO

LIITE 2: TURVALLISUUSKOORDINAATTORIN (/RISKIENHALLINNAN ASIAN-
TUNTIJAN) TEEMAHAASTATTELURUNKO

LIITE 3: YKSIKKÖJOHDON TEEMAHAASTATTELURUNKO

LIITE 4: LIIKENNEVIRASTON EDUSTAJAN TEEMAHAASTATTELURUNKO

LIITE 5: REJCHECKIN NYKYVERSION RAPORTTI

LIITE 6: MÄÄRITELLYT KÄYTTÄJÄVAATIMUKSET

LIITE 7: TURVALLISUUDEN JAKSORAPORTIN MALLI

LIITE 8: LAADITUT TARKASTUSLISTAT

LYHENTEET JA MERKINNÄT

CSV	Comma-Separated Values. Pilkkulla erotetut arvot. Tiedostomuoto, jolla taulukkomuotoista tietoa voidaan tallentaa tekstimuotoon.
MVP	Minimum Viable Product, pienin toimiva tuote. Pitää sisällään vain varhaisen asiakkaan tarpeiden mukaiset ominaisuudet tarkoituksena kerätä palautetta tuotekehitystä varten.
MVR-mittari	Maanrakennustyömaan turvallisuusseurannassa käytetty turvallisuustason arvioinnin työkalu.
PDCA	Plan Do Check Act. Suunnittele, toteuta, tarkasta, korjaa. Iteratiivinen prosessi, jolla pyritään jatkuvaan parantamiseen
RATSU	Yleisnimitys sellaiselle rautatiellä tehtävän työn turvaamiseen tarkoitetulle turvalaitetekniikkaan perustuvalla laitteistolle, joka varoittaa junan saapumisesta ratatyöalueelle.
RejCheck	Kohdeorganisaatiossa kehitteillä oleva mobiili- ja selainpohjainen työkalu valvontaa ja tarkastuksia varten
RSU	Ratatyön suojaulottuma. Pitkin raidetta ulottuva tila, jonka sisäpuolella työskentely tapahtuu ratatyönä tai tietyin edellytyksin turvamiestoiminnalla tai RATSUa käyttäen.
RTJJ	Liikenneviraston rautatietojärjestelmien turvallisuusjohtamisjärjestelmä
Scrum	Eräs ketterän kehityksen viitekehyksistä
Trafi	Liikenteen turvallisuusvirasto
TR-mittari	Talonrakentamisen turvallisuusseurannassa käytetty turvallisuustason arvioinnin työkalu.
TURI	Liikenneviraston turvallisuuspoikkeamien ja riskienhallinnan tietojärjestelmä
TURO	Liikenneviraston Radanpidon turvallisuusohjeet
V&V	Verifiointi ja validointi
YTM-asetus	Euroopan komission täytäntöönpanoasetus (402/2013) riskien arviointia koskevasta yhteisestä turvallisuusmenetelmästä ja asetuksen (EY) N: o 352/2009 kumoamisesta

1. JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tarve

Suomen valtion rataverkkoon kuuluu noin 6000 kilometriä liikennöityjä raiteita. Valtion rataverkon kunnossapidosta, kehittämisestä ja ylläpidosta vastaa Liikennevirasto. Liikenneviraston tavoitteena on tehokkaan ja turvallisen liikennöinnin varmistaminen pitämällä rataverkko kunnossa. (Liikennevirasto 2018 A) Vuonna 2018 käynnissä olevat Liikenneviraston ratahankkeet liittyivät muun muassa rataosien sähköistykseen, uusien raiteiden ja laitureiden rakentamiseen sekä ratojen turvalaitteiden parannuksiin. (Liikennevirasto 2018 B)

Vuosina 2011-2015 Liikenneviraston ratahankkeissa ei tapahtunut ainuttakaan kuolemaan johtanutta työtapaturmaa. Lievempiä työtapaturmia on sen sijaan sattunut vuosittain useita kymmeniä. Vuosina 2012-2015 tapaturmataajuus Liikenneviraston ratahankkeissa vaihteli välillä 8,5-21,9 jokaista miljoonaa työtuntia kohden. (Norokorpi et al. 2016) Rakennusalueelle tyypillinen muuttuva työympäristö sekä useiden toimijoiden yhteiset työpaikat ovat turvallisuuden kannalta ongelmallisia (Työsuojelu 2018). Vuonna 2009 annettu Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta asettaa turvallisuuden parantamiseksi urakoitsijoiden lisäksi myös rakennuttajalle turvallisuusvelvoitteita. Rakennuttajan keskeisiin tehtäviin kuuluvat rakennushankkeen ohjaus ja valvonta. Rakennuttajan on yhdessä suunnittelijoiden, työnantajien ja itsenäisten työsuorittajien kanssa huolehdittava, että työstä ei aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville henkilöille tai sivullisille. Rakennuttajan hankkeeseen nimeämä turvallisuuskoordinaattori vastaa osaltaan rakennuttajalle säädetyistä turvallisuustehtävistä. (VNa 205/2009) Ratahankkeissa keskeistä on työturvallisuuden lisäksi huomioida rautatieturvallisuus. Suomessa Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi vastaa osaltaan rautatiejärjestelmän valvonnasta ja osallistuu EU-säädösten täytäntöönpanoon sekä antaa rautatietoimintaa säänteleviä määräyksiä (Trafi 2016).

Liikennevirasto toimii ratahankkeissa tilaajaviranomaisena, joka hankkii suurimman osan tehtävien toteuttamiseksi vaadittavista toiminnoista ja osaamisesta organisaationsa ulkopuolelta. (Liikennevirasto 2015) Liikennevirastolla on käytössään rautatietoimintojen turvallisuusjohtamisjärjestelmä, joka määrittää tavat, joilla virasto varmistaa turvallisuuden vastuualueensa toimintaympäristössä. Järjestelmä kattaa kaikki rautatieturvallisuuden liittyvät osa-alueet, jotka ovat junaturvallisuus, ratatyöturvallisuus, tasoristeysturvallisuus, liikenteenohjauksen turvallisuus ja järjestelmäturvallisuus. Liikennevirasto vastaa valtion rataverkolla Liikenteen turvallisuusvirasto Trafin määräyksiin perustuvien ohjeiden antamisesta. (Liikennevirasto 2017)

Työn kohdeorganisaation, Rejlers Finland Oy:n, Liikenneväylät-yksikkö tuottaa Liikenneviraston ratahankkeisiin rakennuttamispalveluita, joihin sisältyy työmaavalvonta. Valvonnan keinoihin kuuluvat urakoitsijan kanssa pidettävät seuranta- ja valvontakokoukset sekä työmailla tapahtuva valvonta (Liikennevirasto 2011). Työmaakierroksilla tehdyistä havainnoista valvoja laatii tavallisesti valvontaraportin, johon kirjataan muiden havaintojen lisäksi turvallisuushavainnot. Kohdeorganisaatiossa toimivilla valvojilla on vaihtelevat koulutus- ja työtaustat, eikä valvojille järjestetä erillistä turvallisuuteen liittyvää koulutusta. Turvallisuusasiat ovat työmaavalvonnassa vain yksi valvottavista osa-alueista laatu- ja aikatauluasioiden sekä urakoitsijoiden laatimien työsuunnitelmien lisäksi. Valvojilla ei organisaatiossa ole selkeää käsitystä siitä, mitä heiltä turvallisuuden suhteen odotetaan. Näistä syistä kohdeorganisaatiossa on tarve yhtenäistää turvallisuuden valvonnan laatua sekä luoda menettelyjä turvallisuuden valvontaa varten. Myös turvallisuushavainnointia ja havaintojen analysoinnin tehokkuutta on tarve parantaa. Diplomityön kohdeorganisaatiossa on kehitteillä mobiilipohjainen valvontatyökalu, jonka tarkoituksena on järjestelmällistää turvallisuushavaintojen tekemistä ja luoda havainnoista helposti analysoitavaa dataa asiakkaan ja kohdeyrityksen sisäisiin tarpeisiin sekä rakennushankkeita varten.

1.2 Tavoite, osatehtävät ja rajaus

Tämän diplomityön tavoitteena on luoda kohdeorganisaatioon yhtenäisiä menettelyjä entuudestaan vaihteleviin turvallisuuden valvonnan käytäntöihin ja helpottaa turvallisuuseikkojen havainnointia sekä havaintojen taltiointia työmaavalvonnassa kehittämällä mobiilipohjainen valvontatyökalu. Työn ensimmäisenä osatehtävänä on nykytila-analyysi, jossa selvitetään turvallisuuden valvonnan nykytila kohdeorganisaatiossa. Nykytila-analyysiin kuuluvat työmaavalvonnan keskeiset nykyiset käytännöt, turvallisuuden rooli työmaavalvonnassa, kohdeorganisaation valvojien ja turvallisuuskoordinaattoreiden yhteistyö ja vastuut turvallisuusasioissa sekä turvallisuusasioiden valvontaan liittyvät ongelmat. Nykytila-analyysivaiheessa selvitetään lisäksi kehitteillä olevan RejCheck-työkalun senhetkisen version ominaisuudet.

Toisena osatehtävänä työssä määritellään vaatimukset valvontatyökalua varten ratahankkeiden turvallisuusvalvonnassa. Työkalun käyttöönoton myötä turvallisuuden valvontaan liittyviä käytäntöjä on tarkoitus yhtenäistää ja turvallisuushavaintojen tekemistä sekä niiden dokumentointia helpottaa. Vaatimusmäärittely toteutetaan selvittämällä kohdeorganisaation yksikköjohdon, turvallisuuskoordinaattoreiden ja valvojien sekä Liikenneviraston edustajan asettamat vaatimukset työkalua ja sen käyttöä koskien. Lähtökohtana vaatimusmäärittelyssä käytetään RejCheck-työkalun MVP-versiota (Minimum Viable Product), eli *pienintä toimivaa tuotetta*, jonka ominaisuuksia muokataan sopivaksi ratahankkeiden turvallisuuden valvontaa varten. Käyttäjävaatimusten selvittämiseksi tehdään

myös työkalun MVP-versiolla kokeiluja työmaaolosuhteissa. Vaatimusmäärittelyn ja nykytila-analyysin pohjalta luodaan kolmantena osatehtävänä viitekehys, joka kuvaa työkalun käyttöä yksittäisessä ratahankkeessa.

Valvontatyökalun käytön viitekehyksen luomisen jälkeen neljäntenä osatehtävänä työssä konstruoidaan valmiita turvallisuuden tarkastuslistoja valvontatyökalua varten. Tarkastuslistojen konstruointia varten selvitetään valvojien niille asettamat vaatimukset. Listojen vaatimusmäärittelyssä huomioidaan myös työkalun käyttöä varten luotu viitekehys. Listojen vaatimusmäärittelyn jälkeen kootaan yhteen työmaavalvojille kuuluvat, suomalaisen lainsäädäntöön ja Liikenneviraston ohjeisiin pohjautuvat, turvallisuuden tarkastuskohteet. Tarkastuskohteella tässä työssä tarkoitetaan yksittäistä turvallisuuteen liittyvää havainnoitavaa asiaa, kuten kypärän käyttöä. Tarkastuskohteista koostetaan määrittelyjen vaatimusten mukaisia tarkastuslistoja. Viidentenä osatehtävänä laadittujen tarkastuslistojen ja sovelluksen toimivuutta arvioidaan keräämällä niistä palautetta työmaavalvojilta sekä kokeilemalla niitä työmaaolosuhteissa.

Kehitteillä olevaa työkalua tullaan käyttämään ratahankkeissa turvallisuuden valvonnan lisäksi myös muihin työmaavalvonnan osa-alueisiin. Muut osa-alueet jätetään kuitenkin tämän työn rajauksen ulkopuolelle. Myös ohjelmistotekniset laatu- ja muut vaatimukset jäävät työn rajauksen ulkopuolelle. Vaatimuksia määritetään haastattelemalla eri ratahankkeissa eri rooleissa toimivia henkilöitä, mutta suurinta osaa ohjelmistoa koskevista vaatimuksista ei ole tämän diplomityön aikana mahdollista toteuttaa käytännössä. Tästä syystä työkalun pilotointia luodun viitekehyksen mukaisesti ei ole mahdollista sisällyttää tähän tutkimukseen rajallisen tutkimusaikataulun vuoksi. Tarkastuslistoja konstruoidaan vain kohdeorganisaation valvojien käyttöä varten sisällyttäen niihin vain työmaavalvojille kuuluvia turvallisuuden tarkastuskohteita.

1.3 Työn sisältö ja rakenne

Työn tausta ja teoria -luvussa esitellään yleisesti suomalaista työ- ja rautatieturvallisuuden liittyvää lainsäädäntöä sekä EU-asetuksia ja -direktiivejä, jotka muodostavat ratahankkeiden lainsäädännöllisen ympäristön. Luvussa esitellään myös lainsäädännön pohjalta annettuja Trafin sekä Liikenneviraston määräyksiä ja ohjeita. Esitelty lainsäädäntö, määräykset ja ohjeet asettavat ratahankkeissa urakoitsijoille vaatimuksia, joiden toteutuksen seuranta kuuluu kohdeorganisaation valvojien tehtäviin. Ne asettavat velvollisuuksia myös rakennuttajalle ja muille ratahankkeissa mukana oleville tahoille. Lainsäädäntö- ja ohje -osuuksien jälkeen seuraa Liikenneviraston rautatietoimintojen turvallisuusjohtamisjärjestelmän sisällön lyhyt esittely.

Työn tausta ja teoria -luku pitää sisällään lainsäädäntö- ja ohjetaustan lisäksi kirjallisuuskatsauksen turvallisuuden valvontaan ja turvallisuushavainnointiin. Kirjallisuuskatsauksen avulla pyritään selventämään, miten turvallisuuden valvonta ja tarkastukset liittyvät turvallisuusjohtamisen muihin menettelyihin, miten ne vaikuttavat turvallisuuteen ja mitä

käytäntöjä sekä työkaluja turvallisuustarkastuksiin ja -valvontaan liittyy. Tausta ja teoria -luvussa käydään läpi lisäksi ohjelmistokehitykseen, vaatimusmäärittelyyn, käytettävyyteen, verifiointiin ja validointiin sekä ketterään ohjelmistokehitykseen liittyvää teoriaa, joka toimii lähtökohtana kohteena olevan sovelluksen vaatimusmäärittelyssä ja kehittämisessä.

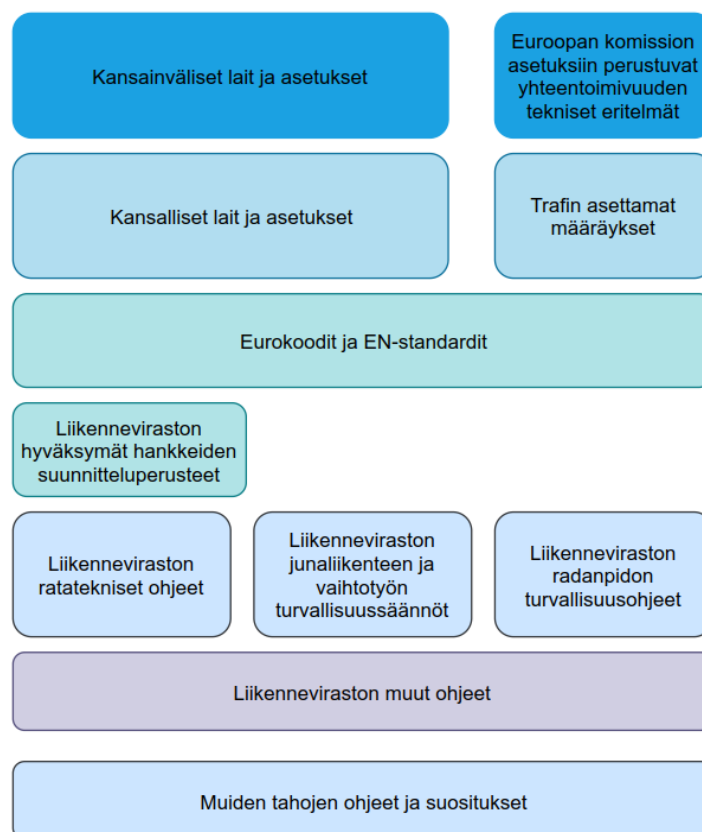
Tausta ja teoria -lukua seuraa työn kohde ja osatehtävät -luku, jonka aluksi kuvataan tarkemmin työn kohdeorganisaatio, Rejlers ja Rejlers Finland Oy sekä yrityksen ratahankkeiden valvontaa toteuttava organisaatio. Kohdekuvausta seuraa työn osatehtävien kuvaus. Osatehtäviin kuuluvat nykytila-analyysi, jossa selvitetään valvonnan nykytila organisaatiossa sekä RejCheck-ohjelmistotyökalun nykyiset ominaisuudet. Nykytila-analyysia seuraa RejCheck-työkalun vaatimusmäärittely, työkalun käytön viitekehyksen luominen ja valvontalistojen konstruointi. Viimeisenä osatehtävänä on työkalun ja listojen verifiointi ja validointi.

Työn kohde ja osatehtävät -luvun jälkeen työssä esitetään tulokset, jotka pitävät sisällään osatehtävien mukaisesti valvonnan nykytilan ja RejCheck-työkalun nykyisen version ominaisuudet, työkalun vaatimusmäärittelyn, työkalun käytön viitekehyksen, tarkastuslistoja koskevat vaatimukset ja niiden pohjalta luodut turvallisuuden tarkastuslistat sekä työkalun ja tarkastuslistojen verifiointin ja validoinnin tulokset. Tulosten jälkeen on pohdinta-luku, jossa arvioidaan tulosten uskottavuutta ja merkittävyyttä. Luku sisältää alaluvut tulosten uskottavuudelle, tulosten tutkimukselliselle merkitykselle ja tulosten käytännön merkitykselle. Viimeisenä työssä on johtopäätökset-luku.

2. TAUSTA JA TEORIA

2.1 Ratahankkeissa noudatettava turvallisuuslainsäädäntö ja -ohjeet

Työsuojelu tarkoittaa niiden toimenpiteiden kokonaisuutta, joiden tavoitteena on työympäristön ja työnteon turvallisuuden parantaminen. Lainsäädäntö määrittää työsuojelun minimitason. (Hietavirta et al. 2011 s.8) Euroopan unionissa jäsenmaiden kansallista lainsäädäntöä ohjaavat unionin tasolla annetut direktiivit ja asetukset. Vuonna 1989 annettu puitedirektiivi työturvallisuudesta ja työterveydestä on saatettu osaksi jokaisen EU-maan kansallista lainsäädäntöä (EU-OSHA 2018). Rautatiejärjestelmiä koskien on EU:ssa annettu direktiivi rautateiden turvallisuudesta (EU 2016/798). Kansallisella tasolla toimintaa ohjaa rautatielaki (304/2011). Suomen rautatiejärjestelmää koskevien säännösten ja ohjeiden välinen hierarkia kokonaisuudessaan on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Säännösten ja ohjeiden hierarkia rautatiejärjestelmässä (mukaillen LIVI/6202/06.04.01/2018)

Lainsäädännön lisäksi rautatiealueella tehtävässä työssä noudatetaan Liikenneviraston laatimia ohjeita, jotka perustuvat Suomessa Liikenteen turvallisuusvirasto Trafic asettamiin rautatiemääräyksiin (Liikennevirasto 2017). Liikennevirasto päivittää ohjeitaan

säännöllisesti ja uudet ohjeet astuvat voimaan tavallisesti kaksi kertaa vuodessa (LIVI/6202/06.04.01/2018).

2.1.1 Työturvallisuuslainsäädäntö Suomessa

Keskeistä rakentamisen turvallisuutta koskevaa suomalaista lainsäädäntöä ovat muun muassa työturvallisuuslaki (738/2002) ja sen pohjalta annettu Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009). Myös esimerkiksi Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta (403/2008) sekä Valtioneuvoston päätös henkilönsuojaimista (1406/1993) asettavat turvallisuusvaatimuksia, joita rakentamisessa on noudatettava.

Työturvallisuuslaki 738/2002

Työturvallisuuslakia 738/2002 sovelletaan Suomessa työsopimuksen perusteella, virkasuhteessa tai julkisoikeudellisessa palvelussuhteessa tehtävään työhön. Lain tarkoituksena on työolosuhteiden ja työympäristön parantaminen työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi sekä työtapaturmien ja ammattitautien ehkäisemiseksi. Lain laaja soveltamisala koskee lähes kaikkia työn suorittamistilanteita. (Koskinen & Mironen 2003, Työturvallisuuslaki 738/2002)

Työturvallisuuslain 8 § asettaa työnantajalle *yleisen huolehtimisvelvoitteen*, jonka perusteella työnantaja on velvollinen huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Työolosuhteiden parantamiseksi työnantajan on estettävä vaara- ja haittatekijöiden syntyminen. Olemassa olevat vaara- ja haittatekijät on poistettava tai korvattava ne vähemmän haitallisilla tai vaarallisilla, mikäli poistaminen ei ole mahdollista. Työturvallisuuslain toinen keskeinen velvoite työnantajalle on *työsuojelun toimintaohjelman* laatiminen (9 §). Ohjelman on katettava työympäristöön liittyvien tekijöiden vaikutukset sekä työolojen kehittämistarpeet. Toimintaohjelman sisältöä on käsiteltävä työntekijöiden kanssa ja se on huomioitava työpaikan kehittämistoiminnassa ja suunnittelussa. Laki ei anna tarkempia vaatimuksia toimintaohjelman sisältöä koskien.

Työturvallisuuslain 10 § velvoittaa työnantajaa tunnistamaan ja selvittämään järjestelmällisesti työstä, työajoista, työtilasta ja muusta työympäristöstä sekä työolosuhteista johtuvat haitta- ja vaaratekijät. Mikäli tunnistettujen vaara- tai haittatekijöiden poistaminen ei ole mahdollista, on arvioitava niiden merkitys työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle. Merkityksen arvioinnissa tulee huomioida muun muassa tapaturman vaara, esiintyneet tapaturmat ja vaaratilanteet, työn kuormitustekijät ja lisääntymisterveydelle aiheutuva vaara. Mikäli työnantajalta puuttuu riittävä asiantuntemus vaarojen ja haittatekijöiden arvioimiseksi, on arvioinnin toteuttamisessa käytettävä ulkopuolisia asiantuntijoita. Jos vaarojen arvioinnissa todetaan työn aiheuttavan erityistä vaaraa, on huolehdittava, että työtä tekee vain työtehtävään pätevä ja siihen soveltuva työntekijä tai muu työntekijä soveltuvan ja pätevän työntekijän välittömässä valvonnassa (11 §).

Työympäristön suunnittelussa työnantaja on velvollinen huolehtimaan, että työssä käytettävien koneiden, laitteiden ja työvälineiden sekä työtilojen, ja -menetelmien käyttöä suunniteltaessa huomioidaan niiden vaikutukset turvallisuuteen ja terveyteen. Suunnittelussa on varmistuttava, että suunnittelun kohteena olevat olosuhteet tulevat täyttämään työturvallisuuslain asettamat vaatimukset. Myös työn suunnittelussa on huomioitava työntekijöiden fyysiset ja henkiset edellytykset työn suorittamiselle. (Työturvallisuuslaki 738/2002, 12-13 §)

Lain 14 § velvoittaa työnantajaa antamaan työntekijöille riittävät tiedot työpaikalla esiintyvistä haitta- ja vaaratekijöistä. Työnantajan tulee huolehtia myös, että työntekijä perehdytetään riittävästi muun muassa työhön, työolosuhteisiin, työmenetelmiin ja työssä käytettäviin työvälineisiin. Työntekijälle on lisäksi annettava opastusta työn haittojen ja vaarojen estämiseksi sekä opetusta ja ohjausta poikkeavien töiden ja häiriö- ja poikkeustilanteiden varalta. Annettua opetusta on tarvittaessa täydennettävä. Tapaturmien välttämiseksi työnantajan on lain pykälän 15 mukaisesti hankittava työntekijöille tarkoituksenmukaiset henkilönsuojaimet, apuvälineet ja muut tarvittavat varusteet.

Työnantaja voi lain mukaan asettaa edustajanaan sijaisen hoitamaan hänelle määrättyjä työsuojeluvetoja (16 §). Työturvallisuuslaissa annetaan edellä mainittujen, yleisten velvollisuuksien lisäksi tarkempia vaatimuksia työtä ja työolosuhteita koskien. Lain viidennessä luvussa käsitellään muun muassa työpisteen ergonomiaa, väkivallan uhkaa, yksintyöskentelyä, yötyötä, työpaikan valaistusta, sisäistä liikennettä ja ilmanvaihtoa sekä kemiallisia, fysikaalisia ja biologisia tekijöitä. Luku sisältää vaatimuksia myös onnettomuuden vaaran torjuntaan, ensiavun järjestämiseen ja koneiden, työvälineiden ja muiden laitteiden käyttöä koskien.

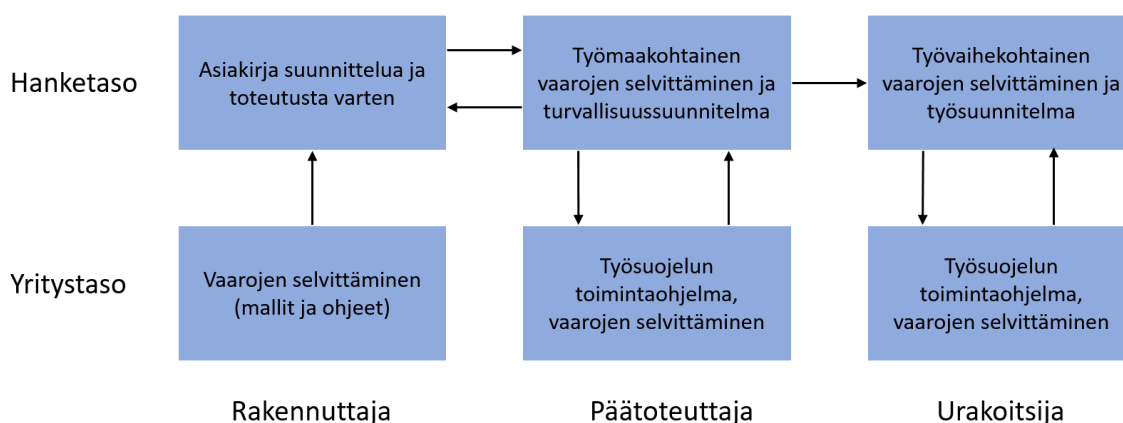
Työturvallisuuslain kuudes luku, *erityiset työn teettämisen tilanteet*, käsittelee toimintaa yhteisellä työpaikalla. Luvussa määritellään huolehtimisvelvoite, jonka mukaan yhteisellä työpaikalla on jokainen siellä toimiva työnantaja ja itsenäinen työnsuorittaja velvollinen huolehtimaan riittävästä yhteistoiminnasta ja tiedottamisesta. *Pääasiallista määräysvaltaa käyttävä työnantaja* on velvollinen varmistamaan, että muut työpaikalla toimivat työnantajat saavat tarpeelliset tiedot työpaikan vaara- ja haittatekijöistä sekä turvallisuuteen liittyvistä toimintaohjeista. Pääasiallista määräysvaltaa käyttävän työnantajan on lisäksi huolehdittava toimintojen yhteensovittamisesta, liikenteen ja liikkumisen järjestelyistä, turvallisuuden ja terveyden edellyttämästä järjestyksestä ja siisteydestä, työpaikan muusta yleissuunnittelusta sekä työolosuhteiden ja työympäristön yleisestä turvallisuudesta ja terveellisyydestä.

Lain kuudennen luvun 52 § käsittelee erityisesti yhteistä rakennustyömaata. Pykälässä todetaan, että työmaalla pääurakoitsijan asemassa oleva työnantaja tai sellaisen puuttuessa rakennushanketta johtavan tai valvojan rakennuttajan on huolehdittava päätoimista määräysvaltaa käyttävän työnantajan velvollisuuksista. Rakennuttajalla on lain mukaan velvollisuus huolehtia, että jokaisella rakennustyömaalla työskentelevällä henkilöllä on

näkyvillä *henkilön yksilöivä kuvallinen tunniste* työmaalla liikkueensa. Pää toteuttajalle asetetaan pykälässä 52 b velvollisuus pitää ajantasaista luetteloa yhteisellä rakennustyömaalla työskentelevistä työntekijöistä ja itsenäisistä työsuorittajista.

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009

Vuonna 2009 säädettiin edellä esitellyn työturvallisuuslain nojalla Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. Asetusta sovelletaan laajasti rakennustyömaalla tapahtuvaan rakentamiseen liittyvään toimintaan. Asetus edellyttää suunnittelijalta, rakennuttajalta ja pääurakoitsijalta turvallisuuskäytäntöjen huomioimista jo ennen rakennustöiden aloittamista rakennushankkeen suunnittelu- ja valmisteluvaiheissa. Lähtökohtana asetuksessa on, että jokainen työnantaja selvittää teettämästään työstä aiheutuvat vaarat, huolehtii niiden ehkäisemiseksi ja suojautumiseksi tarvittavista toimenpiteistä sekä tiedottaa niistä muille yhteisellä työpaikalla toimiville tahoille. (Hietavirta et al. 2011 s.21) Hietavirta et al. (2011 s.19) kuvaavat asetuksen rakennushankkeen eri osapuolille asettamia vastuita vaarojen tunnistamisessa sekä osapuolten välistä tiedonkulkua alla olevan kuvan 2 mukaisesti.



Kuva 2. Vastuut ja tiedonkulku rakennushankkeen vaarojen selvittämisessä (mukaillen Hietavirta et al. 2011 s.19)

Rakennuttajalla asetuksessa tarkoitetaan ”henkilöä tai organisaatiota, joka ryhtyy rakennushankkeeseen tai muuta, joka ohjaa ja valvoo rakennushanketta”. Rakennuttajaa velvoitetaan nimeämään jokaiseen rakennushankkeeseen hankkeen vaatimuutta vastaava turvallisuuskoordinaattori. Turvallisuuskoordinaattorin vastuulla ovat rakennuttajalle säädettyjen turvallisuuteen ja terveyteen liittyvien toimenpiteiden yhteensovittaminen. Turvallisuuskoordinaattori vastaa siitä, että asetuksessa esitetyt turvallisuustehtävät toteutetaan. Turvallisuuskoordinaattorin vastuulla olevia tehtäviä ovat esimerkiksi turvallisuusasiakirjan sekä turvallisuussääntöjen ja menettelyohjeiden laadinta rakennushanketta tai -urakkaa varten. Turvallisuuskoordinaattorille kuuluu lisäksi yhteistoiminta turvallisuusasioissa eri osapuolten kanssa. Rakennuttaja vastaa hankkeessa turvallisuussääntöjen ja

menettelyohjeiden sekä turvallisuusasiakirjan mukaisten menettelyjen toteutumisen seurannasta, johon kuuluu myös tämän työn aiheena oleva työmaavalvonta. (Hietavirta et al. 2011 s.23, VNa 205/2009)

Rakennuttajan on nimettävä yhteiselle rakennustyömaalle päätoteuttaja, joka vastaa pääasiallista määräysvaltaa käyttävän työnantajan velvoitteista. Rakennuttajan velvollisuus on arvioida, riittääkö yrityksen asiantuntemus suoriutumaan päätoteuttajan työsuojelovelvoitteista. Ennen rakennustyön aloittamista turvallisuuskoordinaattori varmistaa, että hankkeeseen nimetyllä päätoteuttajalla on edellytykset työn turvalliseen suorittamiseen (Työturvallisuuskeskus 2014). Mikäli päätoteuttajaa ei nimetä, vastaa rakennuttaja itse päätoteuttajalle kuuluvista velvoitteista. Päätoteuttajalle kuuluvia velvoitteita työmaalla ovat esimerkiksi:

- Huolehtia yhteisen rakennustyömaan työntekijöiden perehdyttämisestä ja opastamisesta
- Laatia ennakkoilmoitus työmaasta työsuojeluviranomaiselle
- Laatia työturvallisuutta koskevat suunnitelmat ja työmaa-alueen käytön suunnitelmat
- Huolehtia turvallisuuden ja terveyden kannalta tarpeellisesta työmaan yleisjohdosta
- Varmistuttava, että sillä on tieto työmaalla työskentelevistä työntekijöistä ja itsenäisistä työnsuorittajista

Kaikki työmaalla toimivat työntekijät ja itsenäiset työnsuorittajat ovat velvollisia noudattamaan päätoteuttajan antamia työmaata koskevia turvallisuusohjeita. (Hietavirta et al. 2011 s.28, VNa 205/2009)

Asetuksen neljännessä luvussa annetaan työmaatarkastuksia koskevat vähimmäisvaatimukset, joita rakennustyössä on noudatettava. Asetuksessa vaadittavat tarkastukset voidaan jaotella (Hietavirta et al. 2011 s.54):

- vastaanottotarkastuksiin, jotka suoritetaan jokaiselle koneelle ja muulle tekniselle laitteelle
- käyttöönottotarkastuksiin, jotka suoritetaan työ- ja suojatelineille sekä nostolaitteille ja -apuvälineille ennen ensimmäistä käyttöönottoa
- käytön aikaisiin kunnossapitotarkastuksiin, eli turvallisuusseurantaan

Vastaanottotarkastuksen tarkoituksena on varmistua työmaalla käyttöön otettavan työvälineen kunnosta. Tarkastuksessa katsotaan, että työväline ei ole vaurioitunut esimerkiksi kuljetuksen aikana, ja että kaikki työvälineeseen kuuluvat osat sekä käyttö- ja huolto-ohjeet ovat työvälineen mukana. Työmaan vastuulla on työvälineiden turvallisuudesta varmistuminen riippumatta siitä, mistä työvälineet on hankittu. (Hietavirta et al. 2011

s.55) Käyttöönottotarkastuksissa telineiden rakenne tarkastetaan ennen niiden käyttöön-ottoa. Telineet voidaan ottaa käyttöön vasta, kun ne ovat valmiit käyttöön otettavilta osiltaan ja tarkastus on suoritettu. Käyttöönottotarkastukset suoritetaan myös nostolaitteille ja -apuvälineille. (VNa 205/2009) Käytön aikaiset kunnossapitotarkastuksen on suoritettava työmaalla vähintään kerran viikossa. Tarkastuksessa huomioitavia kohteita ovat muun muassa työmaan yleisjärjestys, valaistus, nosturit, henkilönostimet, telineet ja kaivantojen turvallisuus. Tyypillisesti kunnossapitotarkastukset toteutetaan viikkotarkastuksina hyödyntämällä TR- tai MVR-mittaria, jotka esitellään tarkemmin tämän työn luvussa 2.3.4. (Hietavirta et al. 2011 s.58-59, VNa 205/2009)

Asetuksen luvut 5-17 käsittelevät yksityiskohtaisemmin rakennustyön eri osa-alueiden ja työvaiheiden turvallisuusvaatimuksia. Luvuissa käsiteltäviä osa-alueita ovat esimerkiksi elementtirakentamisen, muottityön ja purkutyön työturvallisuus, palo- ja räjähdysvaaran torjunta, pelastautuminen ja ensiapu sekä sähkötyöt ja sähkötapaturman vaaran torjunta. Asetuksen liitteessä 2 luetellaan vaaralliset työt, joita koskevat suunnitelmat päätoteuttajan on laadittava ja esitettävä rakennuttajalle. Tällaisia töitä ovat muun muassa työt, joissa käytetään räjähdysaneita, rakenteiden, rakenneosien tai materiaalien purkutyö, työt tie- ja katualueella sekä rautatiealueilla. (VNa 205/2009)

Muu työturvallisuuslainsäädäntö

Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta (403/2008) asettaa vaatimuksia koneiden, työvälineiden ja muiden teknisten laitteiden käyttöön ja tarkastamiseen työturvallisuuslaissa tarkoitettussa työssä. Asetuksen mukaan työnantajan on valittava työhön ja työolosuhteisiin sopiva ja turvallinen työväline. Työnantajan on myös huolehdittava, että valmistajan antamat ohjeet huomioidaan työvälineen käytössä, asennuksessa, tarkastuksessa ja kunnossapidossa. Asetus velvoittaa työnantajaa lisäksi selvittämään ja arvioimaan työvälineen turvallisuutta järjestelmällisesti sekä pitämään työvälineen turvallisena sen käyttöajan ajan.

Valtioneuvoston päätös henkilönsuojaimista (1406/1993) asettaa vaatimuksia työssä käytettävälle henkilönsuojaimille. Valtioneuvoston päätös henkilönsuojainten valinnasta ja käytöstä työssä (1407/1993) puolestaan velvoittaa työnantajaa hankkimaan työntekijöidensä käyttöön tarvittavat henkilönsuojaimet, jotka ovat tarkoituksenmukaisia ja soveltuvat työolosuhteisiin. Työnantajaa velvoitetaan myös arvioimaan työssä esiintyvät vaarat ennen suojainten valintaa ja määrittelemään suojaimilta vaadittavat ominaisuudet. Työnantajan on huolehdittava, että henkilönsuojainten käyttö määritellään ja opastettava työntekijöitään henkilönsuojainten käyttöön. (VNp 1407/1993)

Kemikaalilaki (599/2013) asettaa kemikaaleja käsitteleville toiminnanharjoittajille veloitteet olla selvillä kemikaalin terveys- ja ympäristövaikutuksista, noudattaa riittävää varovaisuutta ja huolellisuutta sekä valita mahdollisuuksien mukaan vähiten vaaraa aiheuttava kemikaali tai menetelmä. Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä

(715/2001) velvoittaa työnantajan pitämään kemikaaliluetteloa sekä käyttöturvallisuustiedotteita työpaikalla. Asetuksen mukaan työnantajan on tunnistettava työssä esiintyvien kemiallisten tekijöiden aiheuttamat vaarat ja arvioitava niistä aiheutuvat riskit. Työntekijöiden terveydelle ja turvallisuudelle aiheutuvat vaarat on poistettava tai riskit vähennettävä mahdollisimman pieniksi.

Muuta rakennustyön turvallisuutta koskevaa lainsäädäntöä ovat myös esimerkiksi Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta (798/2015), Valtioneuvoston asetus rakennustyötä tekevän sukeltajan pätevyydestä ja turvallisuussuunnitelmasta (1088/2011), Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen turvallisuudesta (578/2003), panostajalaki (423/2016) ja Valtioneuvoston asetus panostajien pätevyyskirjoista (458/2016). Sähköturvallisuuden hoitamiselle vaatimuksia asetetaan muun muassa sähköturvallisuuslaissa (1135/2016), sähköturvallisuusasetuksessa (498/1996) ja Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä sähköalan töistä (516/1996).

2.1.2 Rautateiden turvallisuutta koskeva lainsäädäntö ja määräykset

Rautateihin liittyvät säännökset ovat aiemmin olleet pääsääntöisesti kansallisia, mutta ne ovat eurooppalaistuneet 2000-luvun aikana. Euroopan Unionin tavoitteena on vähentää kansallista sääntelyä. Sääntelyn muutos perustuu rautatiepaketteihin, joita EU antaa tavoitteenaan parantaa rautatieliikenteen toiminnan edellytyksiä Euroopassa. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi on osallisena EU:n säädösten kansallisessa täytäntöönpanossa sekä antaa määräyksiä rautatietoimintaa koskien. (Trafi 2018)

EU-lainsäädäntö

2016 annetun direktiivin rautateiden turvallisuudesta (EU 2016/798) tarkoituksena on varmistaa EU:n rautatiejärjestelmän turvallisuuden kehittäminen ja parantaminen. Direktiivin tavoitteena on myös pääsymahdollisuuksien parantaminen rautatiemarkkinoille. Direktiivillä pyritään muun muassa yhdenmukaistamaan jäsenvaltioiden sääntelykehyksiä, laatimaan yhteisiä turvallisuustavoitteita ja -menettelyjä sekä määrittelemään yhteisiä periaatteita rautatieturvallisuuden hallintaa, sääntelyä ja valvontaa koskien.

Euroopan komission täytäntöönpanoasetus (402/2013) riskien arviointia koskevasta yhteisestä turvallisuusmenetelmästä ja asetuksen (EY) N: o 352/2009 kumoamisesta, eli YTM-asetus, asettaa yhdenmukaiset vaatimukset rautatiejärjestelmään kohdistuvien muutosten turvallisuusvaikutusten arvioinnissa käytettäville riskienhallintaprosesseille. Asetuksen kuvaamaa riskienhallintaprosessia tulee noudattaa, mikäli rautatiejärjestelmään kohdistuvaa muutosta pidetään merkittävänä. Riskienhallintaprosessin soveltamisesta ja sen tulosten soveltuvuudesta on teetettävä riippumaton arviointi, jonka suorittaa asetuksessa esitetyt perusteet täyttävä arviointilaitos.

Kansallinen lainsäädäntö ja Trafin turvallisuusmääräykset

Rautatielain (304/2011) avulla pyritään edistämään rautatieliikennettä, rautatiejärjestelmän turvallisuutta ja yhteentoimivuutta sekä rataverkon tehokasta käyttöä. Laki asettaa vaatimuksia rautatiejärjestelmälle, ratatyölle, rataverkolla liikennöinnille ja rataverkolla käytettävälle kalustolle. Laissa säädetään turvallisuustodistuksesta, joka vaaditaan rautatieliikenteen harjoittamista ja rataverkon hallinnointia varten. Turvallisuustodistus haetaan Liikenteen turvallisuusvirastolta ja sen saaminen edellyttää vaatimukset täyttävää turvallisuusjohtamisjärjestelmää. Rautatielain luku 6 käsittelee rautateiden turvallisuutta. Luvussa rataverkon haltijalle ja rautatieliikenteen harjoittajalle asetetaan velvoite vastata rautatiejärjestelmän turvallisesta käytöstä ja käyttöön liittyvien riskien hallinnasta. Tarvittaessa niiden tulee toteuttaa riskienhallintaa yhteistyössä. Laissa käsitellään myös yhteisten turvallisuustavoitteiden saavuttamisen ja rautatieturvallisuuden kehittymisen seuranta. Tavoitteiden saavuttamisen mittaamiseen käytetään yhteisiä indikaattoreita, joiden mukaiset luvut Liikenteen turvallisuusvirasto esittää vuosikertomuksessaan.

Rautatielain nojalla on annettu vuonna 2011 valtioneuvoston asetus rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta (372/2011). Asetus velvoittaa rautatieliikenteen harjoittajia ja rataverkon haltijaa ilmoittamaan Liikenteen turvallisuusvirastolle tietoonsa tulleista rataverkolla tapahtuneista onnettomuuksista ja vaaratilanteista. Asetuksessa säädetään lisäksi rautatiejärjestelmän eri rakenteellisten osajärjestelmien yhteentoimivuudesta ja osajärjestelmien arviointimenettelyistä.

Trafin määräys *Rautatieliikenteen harjoittajan ja rataverkon haltijan turvallisuusjohtamisjärjestelmä* (TRAFI/1065/03.04.02.00/2012) velvoittaa luomaan ja ylläpitämään dokumentoitua turvallisuusjohtamisjärjestelmää. Järjestelmässä on kuvattava vastuunjako organisaatiossa, valvonnan turvaaminen johtamisen kaikilla tasoilla sekä johtamisjärjestelmän jatkuvan parantamisen varmistaminen. Liikenneviraston rautatietoimintojen turvallisuusjohtamisjärjestelmää esitellään tarkemmin tämän työn luvussa 2.2. Määräystä *Rautatieliikenteen harjoittajan ja rataverkon haltijan turvallisuuskertomus* (TRAFI/19402/03.04.02.00/2014) sovelletaan rautatielain edellyttämään turvallisuuskertomukseen. Määräys pitää sisällään rautaliikenteen harjoittajan ja rataverkon haltijan turvallisuuskertomuksen sisältövaatimukset.

2.1.3 Liikenneviraston ohjeet

Rautatiealueella työskenneltäessä on erityisesti huomioitava junaliikenteen ja sähkörata-rakenteiden aiheuttamat vaaratekijät. Liikennevirasto vastaa valtion rataverkolla noudatettavien ohjeistusten antamisesta. Ohjeistukset perustuvat Trafin antamiin rautatiemääräyksiin. (Liikennevirasto 2017)

Tässä alaluvussa esitellään keskeisimmät rautatiealueella tehtävän työn turvallisuuteen liittyvät Liikenneviraston ohjeet, joita ovat:

- Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO)
- Ohje varautumisesta rautatieonnettomuuksiin
- Turvallisuuspoikkeamien ilmoittaminen ja käsittely
- Turvallisuusmenettelyjen käsikirja rautatietoinnoissa
- Sähkörataohjeet
- Liikenneviraston riskienhallintaan liittyvät ohjeet
- Valtion rataverkon haltijan osaamis- ja pätevyysvaatimukset

Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO) määrittää keskeiset turvallisuusvaatimukset ja -käytännöt rautatiealueella tapahtuvaan työskentelyyn ja liikkumiseen. Ohjeen mukaan rautatiealueella työskentely voi tapahtua seuraavien periaatteiden mukaan:

1. *Rautatiealueella tehtävä muu työ*, kun työsuoritus tapahtuu kokonaisuudessaan radan suojaulottuman (RSU) ulkopuolella, eikä sillä ole vaikutusta rautatieliikenteeseen tai ratarakenteisiin.
2. *Turvamiestointia* käytetään, kun turvataan työtä, joka ei ole ratatyötä. Turvamiestointia voidaan käyttää jalkaisin RSU:ssa tehtävän työn turvaamiseen. Turvamiestoinnalla voidaan myös turvata RSU:n ulkopuolella tehtävää työtä, kun halutaan varmistaa, ettei esimerkiksi työkoneen osa ulotu radan suojaulottumaan. Turvamies varoittaa jalkaisin työskenteleviä työntekijöitä tai työkoneita lähestyvistä junasta tai muusta yksiköstä. Turvamiestointi perustuu turvamiehen tekemään näköhavainnointiin.
3. *Rautatiealueella tehtävän työn turvaaminen RATSUlla* (turvalaitetekniikkaan perustuva laitteisto) on mahdollista, kun työ ei ole ratatyötä ja raiteen työnaikainen nopeus on enintään 160 km/h. RATSUa käytettäessä ei tarvita turvamiestä. RATSUn käyttö voi tapahtua automaattisesti tai manuaalisesti ja käytettävän laitteiston on oltava Liikenneviraston hyväksymä.
4. *Ratatyö* on työtä, joka edellyttää liikennöinnin keskeyttämistä. Ratatyö vaatii liikenteenohjaukselta luvan ratatyöhön.

TURO pitää sisällään vaatimuksia ja menettelytapoja jokaista neljää työskentelyn periaatetta koskien. Lisäksi TURO ohjeistaa muun muassa rautatiealueella tehtävään tulityöhön, kaivutyöhön sekä räjäytys- ja louhintatyöhön liittyen. TURO sisältää myös vaatimuksia ratatyöalueen erottamista, näkyvyyttä ja suojaamista koskien. TURO:ssa asetetaan vaatimuksia lisäksi sähköradalla sekä turva- ja sähkölaitetiloissa työskentelyyn ja onnettomuusvarautumiseen. Ohje varautumisesta rautatieonnettomuuksiin antaa tarkempia vaatimuksia tilanteisiin, joissa rautatieonnettomuus aiheuttaa rautatiellä vahinkoa tai välitöntä vaaraa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. Turvallisuuspoikkeamien ilmoittaminen ja käsittely -ohje asettaa puolestaan vaatimuksia vakavuuksiltaan eri suuristen turvallisuuspoikkeamien käsittelyyn ratahankkeissa. Liikennevirastolla on käytössään Turvallisuuspoikkeamien ja riskienhallinnan tietojärjestelmä (TURI), jonne poikkeamailmoitukset kirjataan.

Turvallisuusmenettelyjen käsikirja rautatietoinninnoissa kuvaa vaatimukset, jotka liittyvät turvallisuusdokumentointiin Liikenneviraston hankkeissa. Käsikirjassa kuvataan vaadittavat turvallisuusmenettelyt suunnittelu-, rakentamis-, käyttöönotto- ja käyttövaiheissa. Ohje kokoaa yhteen lainsäädännön rakennuttajalle ja urakotijalle asettamia vaatimuksia. Ohje asettaa myös lainsäädännön tason ylittäviä lisävaatimuksia liittyen esimerkiksi kokouskäytäntöihin ja rautatieturvallisuutta koskevaan suunnitteluun. Ohjeen mukaan turvallisuuskoordinaattori tulee ennen rakennustyön aloittamista pitää turvallisuuden aloituskokous, jossa varmistetaan, että tarvittavat turvallisuussuunnitelmat on tehty. Kokouksessa myös varmistetaan turvallisuuden ja riskienhallinnan menettelyt töiden aikana. Ohjeessa todetaan, että turvallisuuskoordinaattoreilla ja hankkeen valvojilla on oikeus ja velvollisuus tehdä työmailla turvallisuusvalvontaa. Heillä on myös oikeus pyytää nähtäväkseen turvallisuutta koskevat dokumentit. Hankkeen päätyttyä turvallisuuskoordinaattori pitää turvallisuuden päätöskokouksen, jossa todetaan, voidaanko hanke päättää turvallisuusasioiden osalta. (Liikennevirasto 2018 C)

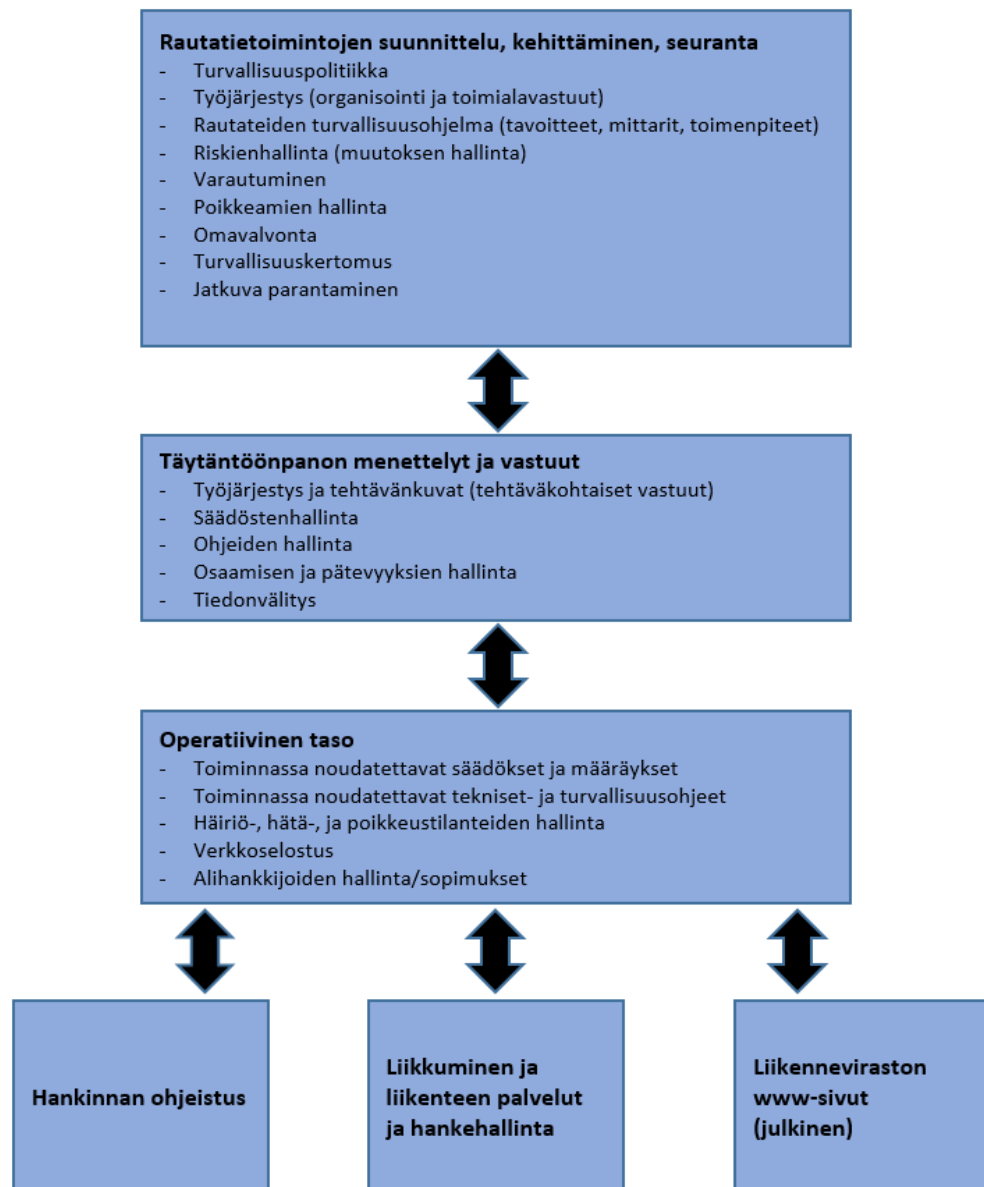
Liikenneviraston Sähkörataohjeet (LO 7/2016) pitää sisällään sähköturvallisuuteen liittyviä vaatimuksia ja toimintatapoja sähköradalla työskentelyä varten. Ohje sisältää vaatimukset työskentelyetäisyyksistä, jotka sähköradan jännitteisiin osiin on pidettävä työkooneella tai jalkaisin työskenneltäessä. Sähkörataohjeet sisältävät työntekijöiden pätevyys- ja sähkötöiden valvontaa koskevia vaatimuksia ja ohjeistaa muun muassa työnaikaisen maadoitusten tekemisessä. Ohje pitää sisällään myös jännitekatkoihin liittyvät menettelyt.

Riskienhallinnasta ja niihin liittyvistä menettelyistä Liikenneviraston ratahankkeissa ohjeistavat Liikenneviraston ohjeet Riskienhallinta väylänpidossa (LO 39/2017), Liikenneviraston riskienhallinnan periaatteet, Ohje riskienhallinnan menetelmistä (LO 40/2017) ja YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestelmissä. Ohje Riskienhallinta väylänpidossa asettaa vaatimukset tilaajan ja palveluntuottajan suorittamalle riskienhallinnalle rakennushankkeen suunnittelu-, toteutus- ja kunnossapitovaiheissa. Ohje riskienhallinnan menetelmistä puolestaan kuvaa yleisellä tasolla riskienhallintaprosessia, menetelmiä ja työkaluja Liikenneviraston väylähankkeissa. Ennen rakennustyön aloittamista urakoitsija laatii turvallisuutta koskevan riskienhallintasuunnitelman, jota päivitetään hankkeen edetessä. Liikenneviraston hankkeissa on käytössä 5-portainen riskimatriisi, jonka avulla riskien suuruudet määritellään toimenpideluokkiin 1-5. Mikäli toimenpideluokka on kolme tai suurempi, täytyy palveluntuottajan suunnitella toimenpiteet sen pienentämiseksi.

Valtion rataverkon haltijan osaamis- ja pätevyysvaatimukset -ohje kuvaa menettelyt, joilla varmistetaan palveluntuottajien ja Liikenneviraston omien pätevyysvaatimusten täyttyminen ratahankkeissa. Ohjeessa veloitetaan palveluntuottajia huolehtimaan työntekijöidensä riittävästä pätevyydestä sekä perehdyttämisestä. Palveluntuottajalla tulee olla selkeä dokumentaatio niiden toteutumisesta. Liikennevirasto voi ohjeen mukaan tehdä pistokoeluontoisia tarkastuksia, joiden avulla pätevydet varmistetaan.

2.2 Liikenneviraston rautatietoimintojen turvallisuusjohtamisjärjestelmä

Liikennevirastolla on käytössään rautatietoimintojen turvallisuusjohtamisjärjestelmä (RTJJ), joka uudistettiin vuoden 2018 kesällä. Järjestelmän tavoitteena on varmistaa rautatiejärjestelmän turvallisuuden, luotettavuuden, käytettävyyden, huollettavuuden sekä siellä liikkuvien ja työskentelevien henkilöiden turvallisuuden toteutuminen. Järjestelmä perustuu Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviin rautateiden turvallisuudesta. (Liikennevirasto 2018 D). Kokonaisuudessaan RTJJ:n menettelyt on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Liikenneviraston rautatieturvallisuusjohtamisjärjestelmän kokonaisuus (mukail-
len Liikennevirasto 2018 D)

Järjestelmässä jaotellaan turvallisuusjohtaminen operatiiviseen tasoon, täytäntöönpanon menettelyihin sekä suunnittelu-, kehittämis- ja seurantatasoon. Turvallisuuspolitiikan periaatteena Liikennevirastolla on vahvistaa toimintaympäristönsä turvallisuuskulttuuria, turvata ihmiset, tieto, maine, ympäristö ja omaisuus onnettomuuksilta ja rikoksilta sekä huolehtia liikennejärjestelmän turvallisuudesta ja toimintavarmuudesta poikkeusoloissa. RTJJ pohjautuu jatkuvaan parantamiseen, jonka menettelyihin kuuluvat muun muassa onnettomuuksien, varatilanteiden ja havaittujen riskien tilan analysointi. Järjestelmä kuvaa myös valvonnan menettelyt organisaation eri tasoilla. Valvontaan kuuluvat Liikenneviraston palveluntuottajien omavalvonta, sopimuksenmukaisuuden valvonta, liikenteenohjaustoiminnan valvonta, kunnossapitotoiminnan valvonta sekä rakentamistoiminnan työmaavalvonta. Järjestelmä ei kuvaa tarkempia vaatimuksia työmaalla tapahtuvaan turvallisuuden valvontaan. (Liikennevirasto 2018 D)

2.3 Turvallisuuden valvonta ja turvallisuustarkastukset

Rakennushankkeissa rakennuttajan turvallisuustehtäviin kuuluu sopimuksenmukaisten työturvallisuusvelvoitteiden toteutumisen valvonta. Rakennuttaja seuraa, että päätoteuttaja ryhtyy toimenpiteisiin, mikäli turvallisuuden laiminlyöntejä ilmenee. (Rantanen et al. 2006) Valvontaa painotetaan myös luvussa 2.2 esitellyssä Liikenneviraston rautatietointojen turvallisuusjohtamisjärjestelmässä, jossa palveluntuottajien valvonta on nostettu erityiseen asemaan (Liikennevirasto 2018 D).

Seuraavaksi esitellään turvallisuuden valvontaan ja turvallisuustarkastuksiin liittyvää teoriaa ja taustaa. Tässä työssä valvonnalla tarkoitetaan jatkuvaa työympäristön ja työtapojen tarkkailua sekä arvioimista. Tarkastuksella tarkoitetaan valvonnan osa-aluetta, jossa tietty, ennalta määrätty tarkastuskohteet käydään järjestelmällisesti läpi. Aluksi kuvataan, kuinka aiemmissa tutkimuksissa ja turvallisuusjohtamisjärjestelmiä koskevissa standardeissa turvallisuuden valvonta on liitetty turvallisuusjohtamisen muihin osa-alueisiin. Tämän jälkeen esitellään turvallisuuden valvonnan ja turvallisuustarkastusten vaikuttavuuteen sekä turvallisuustarkastusten- ja havaintojen tekemiseen liittyvää tutkimustietoa. Lopuksi kuvataan kirjallisuuskatsauksessa esiin tulleita, turvallisuustarkastuksissa ja turvallisuuden valvonnassa käytettyjä työkaluja.

2.3.1 Turvallisuustarkastukset ja valvonta osana turvallisuusjohtamista

Turvallisuuden valvonta ja siihen liittyvät tarkastukset kuuluvat yleisesti osaksi turvallisuusjohtamisjärjestelmiä. Niiden avulla pyritään hallitsemaan vaaratekijöitä aikaisessa vaiheessa ennen onnettomuuksien ja tapaturmien syntymistä. Tarkastukset voivat olla osa organisaation sisäistä turvallisuusjohtamisjärjestelmää, mutta niitä voivat suorittaa myös ulkoiset tahot, kuten viranomaiset. (Woodcock 2014)

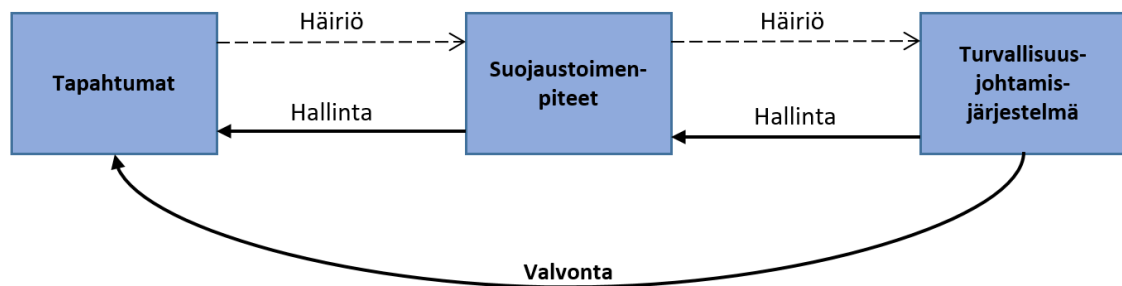
Mol (2003 s.49) jaottelee turvallisuuden hallinnan toimenpiteet kolmeen osa-alueeseen: (1) prosessien suunnittelu, (2) riskienhallinnan toimenpiteet työn ollessa käynnissä ja (3) turvallisuuspoikkeamien jälkeiset toimenpiteet. Työvaiheiden ja prosessien suunnitteluvaiheessa ja niiden muuttuessa on turvallisuus otettava huomioon muun muassa työympäristön, käytettävien työvälineiden sekä työntekijöiden osaamisen ja ominaisuuksien osalta. Turvallisuustarkastukset, jotka ovat myös tämän diplomityötutkimuksen kohteena, kuuluvat osa-alueeseen 2, eli riskienhallintatoimenpiteisiin työn ollessa käynnissä. Osa-alueeseen 2 kuuluvat myös turvallisuusauditoinnit ja vaarojen tunnistaminen. Turvallisuuspoikkeamia seuraavia toimenpiteitä ovat puolestaan esimerkiksi onnettomuus- ja tapaturmatutkinnat sekä organisaation onnettomuusvarautumisen kehittäminen. (Mol 2003 s.49)

Yleisesti käytettyjen turvallisuusjohtamisjärjestelmästandardien ISO 45001 ja OHSAS 18001 mukaiset turvallisuusjohtamisjärjestelmät perustuvat PDCA-mallin (suunnittele, toteuta, arvioi, toimi) mukaiseen, jatkuvaan parantamiseen pyrkivään, iteratiiviseen prosessiin. Myös Liikenneviraston rautatietojärjestelmän turvallisuusjohtamisjärjestelmän pyrkimyksenä on jatkuva parantaminen (Liikennevirasto 2018 D). Standardissa ISO 45001 kuvattu prosessi lähtee liikkeelle suunnittelusta, jossa määritellään sekä arvioidaan riskit ja mahdollisuudet. Suunnitteluvaiheessa lisäksi luodaan tavoitteet ja prosessit organisaation työterveys- ja työturvallisuuspolitiikan mukaisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Suunnitteluvaihetta seuraa toteutusvaihe, jossa suunnitellut prosessit otetaan käyttöön. Arviointivaiheessa mitataan ja seurataan organisaation prosesseja, joita verrataan TTT-politiikan mukaisiin tavoitteisiin ja raportoidaan tuloksista. Arviointivaiheen jälkeen ryhdytään tarvittaviin toimenpiteisiin haluttujen tulosten saavuttamiseksi. ISO 45001 -standardin mukaisessa PDCA-sykliin pohjautuvassa turvallisuusjohtamisessa valvonta ja jatkuvat tarkastukset ovat keinoja toteutettujen toimenpiteiden toimivuuden ja turvallisuuden tason arvioimiseksi.

Turvallisuusjohtamisjärjestelmien edellyttämään turvallisuustason arviointiin voidaan käyttää kolmen tyyppisiä mittareita, joista perinteisesti käytetyimpiä ovat reaktiiviset mittarit. Reaktiiviset mittarit mittaavat jo esiintyneiden tapahtumien lopputulemia. Esimerkkejä tällaisista mittareista ovat muun muassa tapaturmataajuus tai sairauspoissaoloprosentti. Reaktiivisten mittareiden käyttö voi kuitenkin olla riittämätöntä etenkin pienille tai keskisuurille yrityksille otannan jäädessä pieneksi. Toinen mittarityyppi ovat ennakoivat mittarit, jollaisia voivat olla esimerkiksi suoritettujen riskienarviointien tai jonkin turvallisuuteen liittyvän koulutuksen saaneiden työntekijöiden lukumäärä. (Reiman & Pietikäinen 2012) Kolmantena mittarityyppinä voidaan pitää 'vakioituneeseen havainnointiin' perustuvia mittareita. Vakioituneeseen havainnointiin perustuvissa mittauksissa mittauksen tekijä kiinnittää suorittamassaan tarkastuksessa huomiota työympäristön olosuhteisiin ja työntekijöiden turvallisuuskäyttäytymiseen. Rakentamisessa käytetty, tämän diplomityön luvussa 2.3.4 tarkemmin esiteltävä, TR-mittari on esimerkki tällaisesta mittarista. (Gunduz & Laitinen 2017) Myös tässä diplomityössä kohteena olevat, tarkastuslistoja

hyödyntävät turvallisuustarkastukset ja niiden tuottamat indeksit kuuluvat tähän mittariluokkaan. Kuitenkin esimerkiksi Tappura et al. (2010) luokittelevat TR-mittarin ja tarkastuslistojen avulla määriteltävän turvallisuusindeksin ennakoiviksi turvallisuuden mittareiksi, eivätkä pidä niitä omana mittariluokkana.

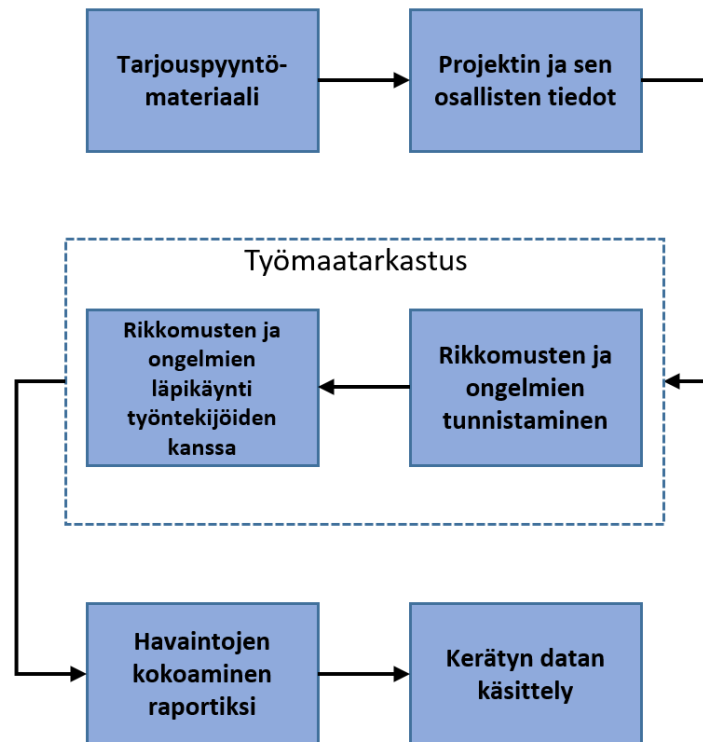
Li & Guldernund (2018) kuvaavat yleisellä tasolla tarkastusten ja valvonnan roolia organisaation turvallisuusjohtamisessa kuvan 4 mukaisella mallilla.



Kuva 4. Valvonnan rooli turvallisuuden hallinnassa (mukaiillen Li & Guldernund 2018)

Mallin mukaan turvallisuusjohtamisjärjestelmän avulla hallitaan suojaustoimenpiteitä, jotka puolestaan hallitsevat tapahtumista aiheutuvia riskejä. Tarkastusten keinoin saadaan tietoa tapahtumista ja olosuhteista, jotta oikeita suojaustoimenpiteitä voidaan toteuttaa. Myös Mol (2003) toteaa turvallisuustarkastusten, yhdessä läheltä piti -tilanteiden analysoinnin kanssa, tuottavan tietoa turvallisuuden tilasta helpottaen parantavien toimenpiteiden suunnittelua. Uusitalo et al. (2009) käyttävät tutkimusraportissaan termiä 'tarkkailu'. Heidän mukaansa tarkkailun tavoitteena on havaita organisaation toiminnasta ja toimintaympäristöstä kehityssuuntia sekä asioita, joihin reagoimalla vahinkoja voidaan välttää. Termiin 'tarkkailu' Uusitalo et al. (2009) sisällyttävät muun muassa tapaturma- ja vaaratilanneseurannan, kyselyt ja turvallisuustarkastukset. Myös Työsuojeluhallinnon (2010) mukaan turvallisuusjohtamisen perustyökaluihin kuuluvat seuranta ja tarkkailu.

Lin et al. (2014) kuvaavat artikkelissaan rakennustyömaan turvallisuustarkastukseen liittyvää prosessia kuvan 5 mukaisesti.



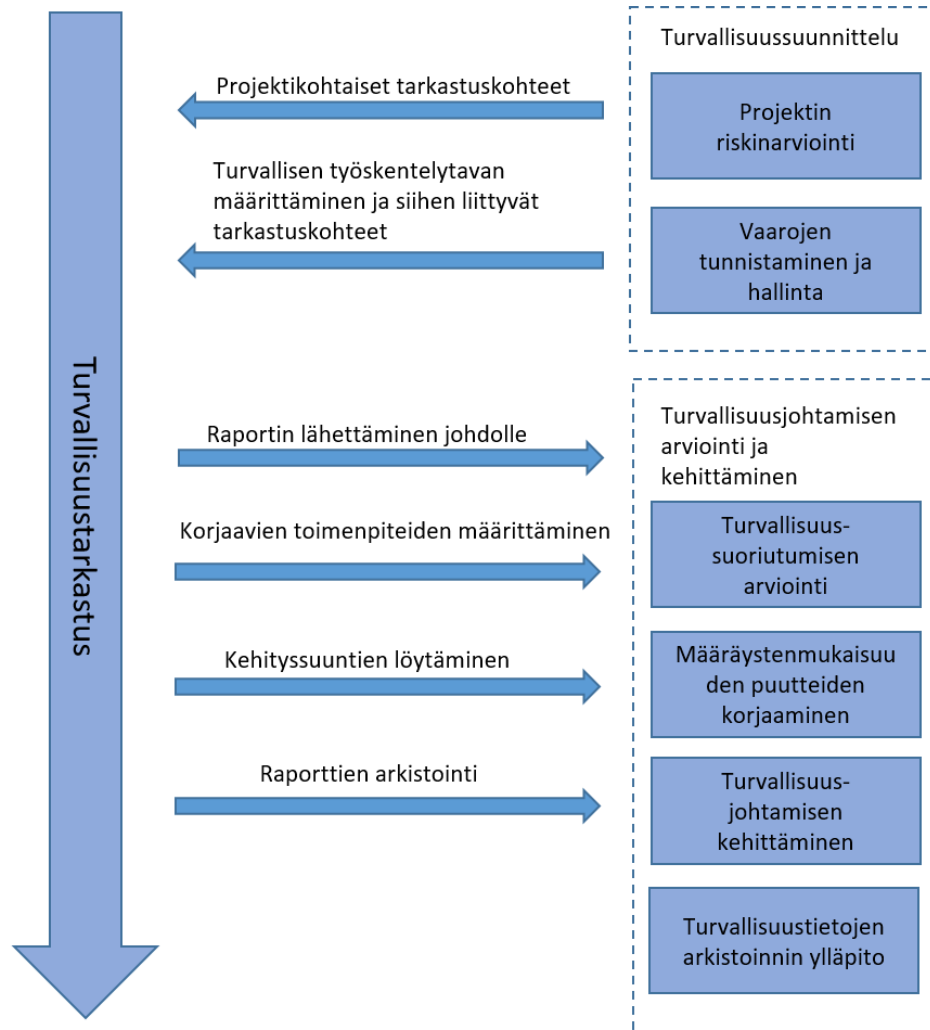
Kuva 5. Työmaan turvallisuustarkastusprosessi (mukaillen Lin et al. 2014)

Linin et al. (2014) artikkelin mallissa tarkastusten lukumäärä riippuu viitekehyksessä projektin suuruudesta ja tärkeydestä. Tarkastuksen aikana turvallisuusasiantuntija kirjaa muistiin havaitsemiaan turvallisuusrikkomuksia ja -ongelmia sekä keskustelee niistä työmaan työntekijöiden kanssa. Myöhemmin asiantuntija kirjaa raportin tekemistään havainnoista. Raporttien sisältö käsitellään säännöllisesti rakennushankkeen projektiryhmän kokouksissa. Lin et al. (2014) toteavat kuvan 5 mukaisen mallin puutteeksi standardoitujen menettelytapojen puuttumisen, jonka vuoksi se altistaa virheiden tekemiseen ja tulosten vääristymiseen.

Linin et al. (2014) artikkelissa esitetyssä turvallisuustarkastuksen mallissa tarkastusta suorittava asiantuntija keskustelee ongelmista suoraan työmaan työntekijöiden kanssa. Kuitenkin työturvallisuuslain (738/2002) mukaan työnantaja on ensisijaisesti vastuussa työntekijöidensä turvallisuudesta. Puolestaan Valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta (VNa 205/2009) mukaan muun muassa yhteisen työmaan turvallisuuden kannalta tarpeellisesta työmaan yleisjohdosta, osapuolten välisestä yhteistoiminnasta sekä työmaan-alueen yleisestä siisteydestä ja järjestyksestä vastaa päätoteuttaja. Onkin tarpeen pohtia suomalaisen lainsäädännön kannalta, kuuluuko tarkastuksen suorittavalle asiantuntijalle työntekijöiden huomauttaminen puutteista. Vaikka puutteista huomautettaisiinkin suoraan, on tärkeää, että tieto kulkee suoraan myös työnjohdolle, joka on juri-

disesti vastuussa työntekijöistään. Rakennustyössä työturvallisuusvelvoitteiden toteuttaminen kuuluu rakennustyömaan päätoteuttajalle rakennuttajan valvoessa niiden toteuttamista (Rantanen et al. 2016).

Zhangin et al. (2017) kehittämässä rakennustyön turvallisuustarkastusten viitekehyksessä tarkastukset liitetään muihin turvallisuusjohtamisen strategioihin kuvan 6 mukaisesti. Malli vastaa osaltaan vakioituneiden menettelytapojen puuttumiseen liittyviin ongelmiin, joita Linin et al. (2014) kuvaama kuvan 5 mukainen tarkastusprosessi pitää sisällään.



Kuva 6. Rakennushankkeiden turvallisuustarkastukset ja muut turvallisuusjohtamisen strategiat (mukaillen Zhang et al. 2017)

Viitekehyksessä turvallisuussuunnittelun pohjalta luodaan huomioitavia turvallisuuden tarkastuskohteita sisältävät listat. Turvallisuustarkastusten lopputuotteena saadaan lista korjaavista toimenpiteistä sekä turvallisuusraportti, joka jaetaan työmaa- ja yritysjohtajalle. Raporttien tulosten avulla voidaan arvioida organisaation turvallisuusasioista suoriutumista, löytää ja analysoida turvallisuuteen liittyviä kehityssuuntauksia, korjata puut-

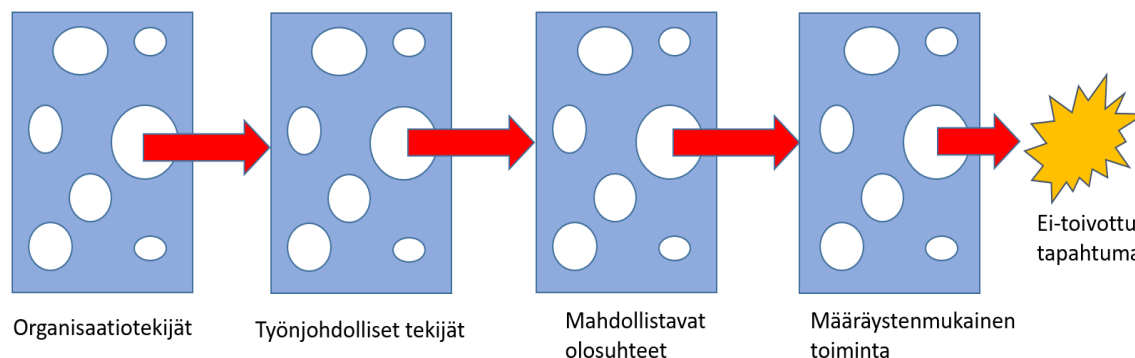
teita ja parantaa turvallisuusjohtamista. (Zhang et al. 2017) Vastuu korjaavien toimenpiteiden toteuttamisesta vaara- ja haittatekijöiden poistamiseksi kuuluu työturvallisuuslain mukaan työnantajalle, joka voi asettaa toisen henkilön, yleensä esimiehen, hoitamaan hänelle säädettyjä työsuojelutehtäviä (Työsuojelu 2015 B, työturvallisuuslaki 738/2002). Zhangin et al. (2017) luoma viitekehys on kehitetty urakoitsijaorganisaation sisäistä turvallisuustarkastustoimintaa varten. Tämän diplomityötutkimuksen kohdeorganisaatio suorittaa urakoitsijoiden valvontaa rakennuttajan roolissa, joten yllä oleva viitekehysten mukaista tarkastustoimintaa ei voida suoraan soveltaa tutkimuksen kohdeorganisaatioon huomioimatta eroavaisuuksia rakennuttajalle ja urakoitsijan työnjohdolle asetetuissa turvallisuusvelvoitteissa.

Kirjallisuuden perusteella voidaan todeta, että turvallisuustarkastusten avulla saatetaan joko huomioida yksittäisiä turvallisuuspuutteita ja vaaratekijöitä tai arvioida turvallisuuden tasoa luomalla tarkastusten tuloksista vertailukelpoista tietoa. Yksittäisen tarkastuksen avulla voidaan myös pyrkiä tekemään molempia. Yksittäisten puutteiden ja vaaratekijöiden huomioimisen tavoitteena on yleensä pystyä määrittämään niille korjaavia toimenpiteitä. Toimenpiteiden toteuttamisen oletetaan vaikuttavan suoraan työympäristön turvallisuuteen. Turvallisuuden tason arvioinnilla voidaan puolestaan seurata turvallisuustavoitteiden saavuttamista ja toimenpiteiden vaikuttavuutta sekä löytää turvallisuuden kehityssuuntauksia. Turvallisuustason arviointia voidaan hyödyntää organisaation turvallisuusjohtamisen kehittämisessä.

2.3.2 Turvallisuuden valvonnan ja turvallisuustarkastusten vaikuttavuus

Turvallisuustarkastusten ja turvallisuusvalvonnan tehokkuutta voidaan arvioida mittaamalla niiden vaikuttavuutta määräystenmukaisuuden toteutumiseen. Määräystenmukaisuuden toteutuminen ei kuitenkaan yleensä ole organisaation turvallisuusjohtamisen pää tavoitteena. Perusoletuksena on, että lisääntynyt määräysten noudattaminen johtaa kohentuneeseen turvallisuustasoon, kuten pienentyneeseen tapaturmataajuuteen. Kausali teetti näiden kahden välillä ei kuitenkaan ole läheskään aina itsestään selvä. Sen sijaan määräystenmukaisuuden ja työolojen turvallisuuden välinen suhde on usein monimutkainen ja vaihtelee kohteittain. (Lindblom & Hansson 2004) Lindblomin & Hanssonin (2004) mukaan turvallisuustarkastusten toteuttamisella on kuitenkin määräystenmukaisuuden toteutumisen lisäksi myös suora vaikutus turvallisuuden huomioimiseen ja parantuneeseen turvallisuustietoisuuteen organisaatioissa, joissa niitä toteutetaan. Farinan et al. (2016) tekemässä tutkimuksessa turvallisuustarkastusten osoitettiin vähentävän työtapaturmia etenkin, jos tarkastuksissa huomioidaan kattavasti useat eri turvallisuuden osat alueet.

Davies (2018) kuvaa määräystenmukaisuuden osuutta ei-toivottujen tapahtumien ehkäisemisessä kuvan 7 mukaisen mallin avulla.



Kuva 7. Ei-toivottujen tapahtumien syntyminen. (mukaillen Davies 2018)

Daviesin (2018) esittämän mallin mukaan määräystenmukainen toiminta on vain yksi tapahtumiin vaikuttava tekijä. Määräystenmukaisen toiminnan taustalla ovat organisaatiotekijät, työnjohdolliset tekijät ja määräystenvastaisen tai vaarallisen toiminnan mahdollistavat olosuhteet. Toiminnan määräystenmukaisuuteen kohdistuvan valvonnan ja tarkastusten, jotka ovat myös tämän diplomityön aiheena, avulla voidaan siis Daviesin (2018) mallin mukaan vaikuttaa vain kuvan 7 mukaisen mallin yhteen tasoon. Daviesin (2018) näkemystä tukee Hutterin (2001, s.222) Iso-Britanniassa tekemä tutkimus, jossa kysyttiin rautatieympäristössä työskenteleviltä, miten heidän näkemyksensä mukaan työtapaturmia voidaan estää. Vain 4 % kyselyyn osallistuneista ehdottivat toimenpiteeksi määräystenmukaisuuden lisäämistä. Määräystenmukaisuutta tärkeämmäksi koettiin muun muassa koulutuksen parantaminen ja työnjohdon tuen lisääminen. Wun et al. (2010) tutkimuksessa työnjohdolla osoitettiin olevan merkittävin rooli hyvän turvallisuuskulttuurin luomisessa organisaatiossa. Erityisesti johdon roolia painottavat myös Fernandez-Muñiz et al. (2007), jotka tutkivat turvallisuuskulttuuriin vaikuttavia tekijöitä useassa sadassa espanjalaisessa yrityksessä. Petittan et al. (2017) useita erityyppisiä organisaatioita käsittävässä tutkimuksessa kuitenkin löydettiin myös yhteys organisaation hyvän turvallisuusilmapiiriin ja määräystenmukaisen toteutumisen välillä.

Rakennuttajan suorittaman turvallisuusvalvonnan vaikuttavuudesta suomalaisessa rakennusteollisuudessa ei ole saatavilla kattavaa tutkimustietoa. Ulkomaista tutkimustietoa aiheesta kuitenkin löytyy. Esimerkiksi Smallwoodin (2017) Etelä-Afrikassa toteuttaman, urakoitsijoille tehtyyn kyselyyn perustuvan tutkimuksen mukaan rakennustyömaaympäristössä rakennuttajakonsulttien suorittamat turvallisuustarkastukset vaikuttavat myönteisesti urakoitsijoiden turvallisuusasioista suoriutumiseen. Rakennuttajan roolia rakennusprojektien turvallisuusjohtamisessa tutkivat myös Huang & Hinze (2006), joiden mukaan on tärkeää, että rakennuttaja ei vain seuraa turvallisuuden tunnuslukuja, vaan myös suorittaa turvallisuustarkastuksia paikan päällä projektiympäristössä. Uusitalo et al. (2009) toteavat laatimassaan tutkimusraportissa, että rakennuttajan asettamilla turvallisuuteen

liittyvillä vaatimuksilla on usein suuri vaikutus ennakoivan turvallisuustyön onnistumiseen rakennushankkeissa. Aksorn & Hadikusumo (2008) puolestaan tutkivat Thaimaassa eri turvallisuuteen liittyvien toimenpiteiden vaikuttavuutta rakennustyön tapaturmataajuuteen ja työolojen turvallisuuteen. He listaavat tutkimuksen perusteella turvallisuustarkastukset kolmanneksi merkittävimmäksi rakennustyömaiden turvallisuuteen vaikuttavaksi toimenpiteeksi turvallisuuspolitiikan asettamisen sekä onnettomuus- ja tapaturmatutkinnan jälkeen (Aksorn & Hadikusumo 2008).

Tämän diplomityötutkimuksen rajaukseen ei kuulu työmaavalvojien toteuttaman turvallisuuden valvonnan ja tarkastusten vaikuttavuuden arviointi sovelluspohjaisen valvontatyökalun käyttöönnoton myötä. Aiemman tutkimustiedon perusteella voidaan kuitenkin olettaa, että käytännöiltään yhtenäinen, järjestelmällisempi ja tehokkaampi turvallisuusasioiden valvonta rakennuttajan taholta todennäköisesti vaikuttaa myönteisesti määräystenmukaisuuden toteutumiseen valvottavilla rakennustyömailla. Turvallisuustarkastusten suorittamisella on tämän lisäksi suora vaikutus turvallisuuden parantuneeseen huomioimiseen (Lindblom & Hansson 2004). Tämä on lähtökohta, joka tekee tämän diplomityötutkimuksen kohteena olevan turvallisuuden valvontatyökalun kehittämisestä perusteltua. Työnjohdon rooli on kuitenkin hyvän turvallisuuskulttuurin luomisessa keskeinen. Urakoitsijoiden työnjohto on ensisijaisesti vastuussa työturvallisuudesta, mukaan lukien määräystenmukaisuudesta, työmailla. Määräystenmukaisuuteen Liikenneviraston tilaamissa ratahankkeissa kuuluvat erityisesti aiemmin luvussa 2.1 esiteltyt lainsäädännön ja Liikenneviraston ohjeiden asettamat velvoitteet. Hanke- tai urakkakohtaisissa tarjouspyyntöasiakirjoissa voidaan lisäksi asettaa lainsäädännön ja ohjeiden vaatimukset ylittäviä lisävaatimuksia.

2.3.3 Turvallisuustarkastusten suorittaminen ja turvallisuuseikkojen havainnointi

Yksittäinen turvallisuustarkastus koostuu kentällä tapahtuvan tarkastuksen lisäksi muista työvaiheista, kuten tarkastuskäynnin valmistelusta ja tulosten raportoinnista (Woodcock 2014 & Zhang et al. 2017). Woodcock (2014) kuvaa tutkimusartikkelissaan turvallisuustarkastuksen yleismallin ja jakaa yksittäisen tarkastuksen rakenteen seuraaviin viiteen osa-alueeseen:

1. *Tarkastukseen valmistautuminen.* Tarkastuksen suunnittelu ja mentaalisen mallin luominen tarkastuksen kohteesta sekä osa-alueista, joihin tarkastuksen aikana kiinnitetään huomiota. Valmisteluvaiheessa käydään usein läpi dokumentaatiota, kuten muiden tarkastajien tekemiä muistiinpanoja.
2. *Kokonaisvaltainen yleiskatsaus.* Tarkastaja muodostaa kokonaisvaltaisen mielikuvan tarkastuksen kohteesta ja etsii mahdollisia merkkejä puutteista.
3. *Epävarmuuden hallinta.* Tarkastaja arvioi, ovatko kokonaisvaltaisessa yleiskatsauksessa tehdyt havainnot puutteita. Mikäli havainnon arvioimiseen liittyy

epävarmuutta, etsii tarkastaja tietolähteitä, joissa olosuhteen sallittavuudesta on maininta. Mikäli tietolähteistä löytyy maininta olosuhteen hyväksyttävyydestä, tarkastajat arvioivat vielä havainnon hyväksyttävyyden palauttamalla mieleen aiempia tapauksia, joissa havaintoa vastaava olosuhde oli ollut osallisena vikaantumiseen.

4. *Riskitietoinen päätös.* Mikäli tehty havainto luokiteltiin puutteeksi, seuraa havaintoa päätös jatkotoimista. Tarkastaja päättää, vaatiiko hän puutteen välitöntä korjaamista vai salliiko korjaamisen käytännöllisempänä ajankohtana myöhemmin.
5. *Vertaaminen tarkastuslistoihin.* Mikäli kokonaisvaltaisessa yleiskatsauksessa ei havaittu mahdollisia puutteita tai kaikki mahdolliset puutteet on käsitelty, tarkastaja hyödyntää laadittuja tarkastuslistoja varmistaakseen, ettei kohteita ole jäänyt tarkastamatta.

Zhang et al. (2017) kuvaavat turvallisuustarkastukseen liittyvät toimenpiteet Woodcockin (2014) kuvausta laajemmassa mittakaavassa. He käsittelevät tutkimusartikkelissaan rakennustyömaan turvallisuustarkastuksia ja jaottelevat siihen liittyvät vaiheet seuraavasti:

1. Valmisteluvaihe, jonka aikana käydään läpi esimerkiksi viimeisin tarkastusraportti
2. Työmaan kohteiden tarkastus ja tunnistettujen ongelmien dokumentointi, jossa hyödynnetään joko valmista tarkastuslistaa tai kirjataan havainnoista kirjalliset muistiinpanot
3. Tunnistettujen ongelmien aiheuttamista toimenpiteistä päättäminen. Jotkin ongelmat vaativat välitöntä puuttumista ja korjaamista.
4. Tarkastustulosten jakeluvaiheessa tarkastuksen tulokset lähetetään työmaajohdolle
5. Seurantatarkastus, jonka aikana katsotaan, ovatko viime tarkastuskerralla havaitut puutteet korjattu

Zhang et al. (2017) jaottelevat artikkelissaan turvallisuuteen liittyvät tarkastukset kolmeen eri kategoriaan; työpaikkatarkastuksiin, työvaihekohtaiseen tarkkailuun ja turvallisuusauditointeihin. Työpaikkatarkastuksissa huomioidaan yleisesti työmaan olosuhteet ja niiden turvallisuus. Työvaihekohtaisessa tarkkailussa kiinnitetään huomiota meneillään olevan työvaiheen turvalliseen ja säännöstenmukaiseen suorittamiseen. Turvallisuusauditointi koostuu turvallisuuteen liittyvän dokumentaation läpikäymisestä sekä mielikuvan luomisesta projektin yleisestä turvallisuustilasta suorittamalla katselmus projektiympäristössä. (Zhang et al. 2017)

Syitä, joiden vuoksi turvallisuushavaintojen tekeminen tarkastusten aikana epäonnistuu ovat muun muassa liian suuri tarkastuskohteiden määrä, tarkastuskohteiden kuvauksen monitulkintaisuus ja työympäristön häiriötekijät (Liao et al. 2016). Rakennustyömaaym-

päristössä esteitä vaarojen tunnistamiselle muodostavat havaitsijalle tuntemattomat työkalut ja työvälineet sekä entuudestaan tuntemattomat työvaiheet. Myös työmaalla suoritettavaan päätehtävään liittymättömät vaarat jäävät usein huomioimatta. Mikäli vaarasta aiheutuva riski koetaan pieneksi tai vaara on odottamaton, on todennäköisempää, ettei vaaraa onnistuta tunnistamaan. Myös vaarat, joiden seuraukset eivät ole välittömiä, vaan ilmenevät pitkän ajan kuluessa, jäävät helposti huomioimatta tarkastelussa. (Albert et al. 2014, Jeelani et al. 2017)

2.3.4 Työkalut turvallisuuden valvonnassa

Turvallisuuden valvonnassa ja turvallisuustarkastuksissa voidaan hyödyntää eri tyyppisiä työkaluja. Tutkimustietoa löytyy esimerkiksi tarkastuslistojen, rakennustyötä varten laadittujen TR- ja MVR- mittarien sekä sähköisten valvonta- ja tarkastustyökalujen kehittämisestä ja käytöstä. Näiden lisäksi konenäköön ja -oppimiseen pohjautuvia työkaluja on alettu hyödyntää myös turvallisuuden valvonnassa.

Tarkastuslistat

Tarkastuslistalla tarkoitetaan tyypillisesti asiakohtia tai kriteerejä sisältävää, järjestelmällisesti jäsenneltyä listaa. Kunnollisessa tarkastuslistassa korostuvat oleelliset kriteerit, jotka tulee huomioida tietyillä aihealueilla. (Hales & Provonost 2006) Tarkastuslistoilla voi olla monia erilaisia tarkoituksia. Yhteistä kaikilla tarkastuslistoilla on kuitenkin se, että ne toimivat muistamista helpottavina välineinä vähentäen huomiotta jättämisestä johtuvia virheitä. (Scriven 2000) Tarkastuslistoja käytetään yleisesti toimialoilla, joissa korkea toimintavarmuus on tärkeää. Vakioituneiden ja johdonmukaisten tarkastusprosessien puutteen tiedetään olevan myötävaikuttajana merkittävien tapahtumien syntymiselle. (Bowie et al. 2015)

Scriven (2000) listaa tarkastuslistojen käytöllä saavutettavat hyödyt ja tarkastuslistojen edut seuraavasti:

1. Pienentynyt mahdollisuus jättää jotain tärkeää huomioimatta
2. Yleensä helpommin ymmärrettäviä sidosryhmille kuin teoriat tai tilastolliset analyysit
3. Vähentävät sädekehävaikutusta pakottamalla arvioijan arvioimaan jokaisen osa-alueen erikseen
4. Sulauttavat yhteen paljon tietoa arvioinnin tai tarkastuksen kohteesta
5. Parantavat arvioinnin tai tarkastuksen uskottavuutta, oikeellisuutta ja luotettavuutta

Kirjallisuuskatsauksen perusteella suuri osa tarkastuslistojen hyödyntämiseen liittyvistä tutkimusartikkeleista käsittelevät toimintaa kuvaavia ja ohjaavia tarkastuslistoja. Tällai-

sia listoja hyödynnetään esimerkiksi kirurgisissa toimenpiteissä ja niihin on tarkasti kuvattu toimintaan liittyvät, suoritettavat työvaiheet (Walker et al. 2012). Tutkimustietoa löytyy kuitenkin myös tarkastuslistojen käytöstä turvallisuustarkastuksissa ja -arvioinneissa. Woodcock (2014) tutki tarkastuslistojen käyttöä huvipuistolaitteiden turvallisuuden kohdistuvissa tarkastuksissa. Tutkimuksessa havaittiin, että listojen käyttötapa poikkesi listojen oletetusta ja tarkoitetusta käytöstä. Sen sijaan, että listoja olisi käytetty tarkastuksen aikana, tekivät tarkastajat aluksi kokonaisvaltaisen arvion tarkastuksen kohteena olevasta laitteesta. Mikäli kokonaisvaltaisessa arviossa ei ilmennyt puutteita, ottivat tarkastajat listat avuksi varmistaakseen, ettei tarkastuskohteita jäänyt huomioimatta. Monet Woodcockin (2014) tutkimuksen aikana käytetyistä tarkastuslistoista sisälsivät yli 50 kohdetta, mikä on enemmän kuin ihmisen työmuistiin mahtuu. Kokonaisvaltaista tarkastelua päädyttiinkin tutkimuksen mukaan käyttämään tarkastuslistojen oletetun käytön sijaan käytännön syistä. Tutkimuksessa haastatellut tarkastajat kuitenkin pitivät tarkastuslistoja tärkeinä työkaluina, jotka varmistivat, että kohteita ei jää huomioimatta. (Woodcock 2014) Myös Liao et al. (2016) toteavat tutkimusartikkelissaan liian monia kohteita sisältävien tarkastuslistojen kasvattavan tarkastajan kognitiivista kuormaa. Mikäli kognitiivinen kuorma kasvaa liian suureksi, tarkastajat suorittavat tarkastuksen kokonaisvaltaisena yleiskatsauksena sen sijaan, että kävisivät listan sisältämät kohteet läpi kohta kohdalta tarkastuksen aikana. (Liao et al. 2016) Tarkastuslistan avulla suoritettavan tarkastuksen onnistumiseen ja kestoon vaikuttavat kuitenkin listan sisältämien tarkastuskohteiden määrän lisäksi myös muun muassa tarkastajan aiempi kokemus ja tietämys tarkastettavasta kohteesta (Woodcock 2014). Kuten aiemmin luvussa 2.3.3 todettiin, mitä huonommin havainnoija tuntee meneillään olevan työvaiheen sekä siinä käytetyt välineet ja työkalut, sitä helpommin vaarat jäävät huomioimatta (Jeelani et al. 2017). Tarkastuslistojen yhtenä etuna on, että ne sulauttavat yhteen paljon tietoa tarkastettavasta kohteesta (Scriven 2000), joten listoja ei ole syytä arvioida ainoastaan kognitiivisen kuormittavuuden näkökulmasta huomioimatta listan kattavuuden mukanaan tuomia etuja.

Hyvän tarkastuslistan kriteereitä ovat Scrivenin (2000) mukaan lyhytsanaisuus ja tiiveys, kattavuus, vertailukelpoisuus sekä listan sisältämien kriteerien selkeys. Mikäli tarkastuslistoja käytetään työn turvallisen suorittamisen arviointiin, on lisäksi määriteltävä tarkasti, millaista käyttäytymistä pidetään turvallisena. Turvallisen käyttäytymisen ja siihen liittyvien arviointikriteerien pätevä määrittäminen voi kuitenkin usein olla haastavaa. (Reiman & Oedewald 2008) Yksi tärkeimmistä syistä sovelluspohjaisen valvontatyökalun käyttöönotolle tämän tutkimuksen kohdeorganisaatiossa on havainnoinnin ja raportoinnin järjestelmällistäminen tarkastuslistoja hyödyntäen. Tarkastuslistat auttavat selvittämään työpaikan työturvallisuuden tasoa, löytämään vaaratekijöitä ja parantamaan työturvallisuutta (Tappura et al. 2010). Turvallisuuden tarkastuslistojen käyttöönotto helpottaa organisaation valvojien turvallisuushavainnointia tuoden mukanaan Scrivenin (2000) artikkelissaan esittämät hyödyt. Kuitenkin toisin kuin esimerkiksi Woodcockin (2014) tutkimuksessaan käsittelemät huvipuistolaitteet, on rakennustyömaa alati muuttuva ympäristö. Olosuhteiden muutoksesta seuraa turvallisuuden valvontakohteiden

muuttuminen, joka tulee huomioida, kun valvontalistoja luodaan. Listojen kohdekohtaisuus ja joustavuus tulee ottaa huomioon myös, jotta niistä ei tule liikaa pitkiä ja työläitä käyttää. Tässä tutkimuksessa ei määritellä erikseen turvallisia työskentelytapoja listoja varten. Valvontatyökalua varten luotaviin tarkastuslistoihin sisällytetään lainsäädännön ja Liikenneviraston ohjeiden asettamia vaatimuksia turvalliselle työskentelylle ja työympäristölle arvioimatta niiden toteutumisen vaikuttavuutta esimerkiksi tapaturmien syntymiseen.

TR- ja MVR-mittarit

TR-mittari on talonrakennustyömaan turvallisuuden arvioimiseksi kehitetty työkalu. Mittaria käytetään kirjaamalla vakiolomakkeelle työturvallisuuteen vaikuttavista asioista kunnossa tai korjattavaa -merkinnät. Havainnoitavia asioita TR-mittarissa ovat muun muassa telineet, tikkaat, koneet ja välineet, putoamissuojaus ja järjestys. Tehdyistä havainnoista saadaan laskettua työmaan TR-taso jakamalla korjattavaa-havaintojen lukumäärä havaintojen kokonaislukumäärällä. (Työsuojelu 2017) TR-mittari on toimiva keino rakennusteollisuudessa tapahtuvien onnettomuuksien ja tapaturmien lukumäärän ennustamiseksi, sillä korkea TR-taso korreloi vahvasti matalan tapaturmataajuuden kanssa (Laitinen et al. 1999).

MVR-mittari on TR-mittaria vastaava työturvallisuuden arviointityökalu, jota käytetään maa- ja vesirakennustyömailla. Mittaria voidaan käyttää lakisääteisten viikoittaisten kunnossapitotarkastuksen tekemiseksi. MVR-mittauslomakkeella havainnoitavia asioita ovat esimerkiksi työskentely ja koneenkäyttö, kalusto sekä suojaukset ja varoalueet. (Työsuojelu 2015 A) Liikenneviraston hankkeissa viikoittaista turvallisuusseurantaa voidaan toteuttaa MVR-mittarilla, johon on liitetty rautatieturvallisuutta koskeva kohta. Tilaajan laatimilla, urakkakohtaisilla turvallisuussäännöillä ja menettelyohjeilla ohjataan työmaan turvallisuustason seurantaa, kuten MVR-mittausten suoritustiheyttä. (Liikennevirasto 2018 C) Tämän tutkimuksen kohdeorganisaatiossa MVR-mittari oli ensisijaisesti turvallisuuskoordinaattorin työkalu työmaakatselmusten yhteydessä tehtäviä kontrollimittauksia varten.

Sähköiset tarkastustyökalut

Perinteisesti tarkastukset ja niihin liittyvä raportointi on toteutettu paperisesti (Zhang et al. 2017), mikä oli tilanne myös tämän diplomityön kohdeorganisaatiossa. Zhangin et al. (2017) mukaan paperipohjaiseen tarkastustoimintaan liittyy kuitenkin ongelmia, joiden takia tarkastusten suorittamisen tehokkuus ja tarkkuus kärsivät. Toteuttaessaan tarkastusta paperisesti ei tarkastajalla ole pääsyä viiteaineistoihin, kuten ohjeisiin tai lainsäädäntöön, jotka helpottaisivat päätöksentekoa olosuhteiden hyväksyttävyydestä tarkastuksen aikana. Paperipohjainen raportointikäytäntö myös lisää tarkastajan työmäärää, sillä hän joutuu syöttämään paperisena tekemänsä raportit sähköiseen järjestelmään tarkastuksen jälkeen. Havaintojen kirjaaminen kahteen kertaan lisää raportoinnissa tapahtuvien

virheiden todennäköisyyttä. Paperisten tarkastusraporttien käyttäminen vaikeuttaa tulosten analysointia, joten tarkastustulokset jäävät helposti hyödyntämättä. (Zhang et al. 2017) Keskeisiä ohjelmistopohjaisella tarkastustyökalulla saavutettavia hyötyjä ovatkin tarkastusten ja auditointien johdonmukaistuminen, vaihtelevien tarkastuskäytäntöjen yhtenäistäminen eri kohteissa, yhteisymmärrys tarkastusten tuloksista, parantavien toimenpiteiden suorittamisen seuranta ja tulosten analysointi sekä raporttien luominen helposti (Retzlaff 2006).

Sähköisiä turvallisuuden valvonnan työkaluja ja niillä saavutettavia hyötyjä verrattuna paperisiin on tutkittu rakennustyömaaympäristössä. Zhang et al. (2017) esittelevät tutkimusartikkelissaan sovelluksen, jonka tarkoituksena oli parantaa turvallisuusdatan keräämisen ja käsittelyn tehokkuutta verrattuna paperiseen raportointiin. Artikkelin sovelluksen kaikki koekäyttäjät pitivät sovellusta paperista raportointitapaa parempana ja helpompana tapana suorittaa tarkastus. Sovelluksen avulla saavutettuja etuja olivat esimerkiksi tarkastusten ja raportoinnin nopeampi toteuttaminen ja tiedonkäsittelyn helpottuminen. (Zhang et al. 2017)

Zhangin et al. (2017) artikkelissa esitellyn sovelluksen ominaisuuksia ovat:

- Aloitusnäkyvä, jossa tarkastuksen suorittajalla on mahdollisuus valita tarkasteltavaksi aiemmin tehtyjä raportteja ja katsoa, mitkä kohteet tulee huomioida erityisen tarkasti
- Tarkastuslomakenäkyvä, jossa ovat näkyvillä kaikki vaaditut syötekentät. Näkyvässä tarkastaja valitsee käynnissä olevan työvaiheen, jonka jälkeen lomakkeelle ilmestyvät kyseistä työvaihetta koskevat tarkastuskohteet
- Mahdollisuus syöttää dataa käyttäen useaa eri metodia, kuten valitsemalla taulukosta tai pudotusvalikosta, ottamalla valokuvia tai syöttämällä tekstiä
- Käyttäjän mahdollisuus muokata pudotusvalikon vaihtoehtoja sopiviksi
- Tarkastuksen tekijän mahdollisuus tarkastella kyseisen työvaiheen turvallista suorittamista kuvaavaa dokumenttia
- Tarkastuksen liittäminen turvallisuussuunnittelun tuloksiin luoden projektikohtaisen tarkastuslistan kohteista, joihin liittyy suuri riski.

Myös Lin et al. (2014) toteavat artikkelissaan sähköisen tarkastustyökalun käyttöönoton tuomiksi eduiksi paperityön vähenemisen ja nopeamman kommunikoinnin projektin eri osapuolten kesken. Heidän tutkimusartikkelissaan esittelemänsä sovelluksen keskeisiä ominaisuuksia ovat:

- Ennakkoon luodut listat projektien tiedoista ja projektien eri osapuolista, kuten aliurakoitsijoista
- Ennakkoon luodut turvallisuuden tarkastuslistat
- Kuvien liittäminen tarkastuslomakkeisiin
- Muistutukset havaittuihin puutteisiin yleensä liittyvistä muista puutteista

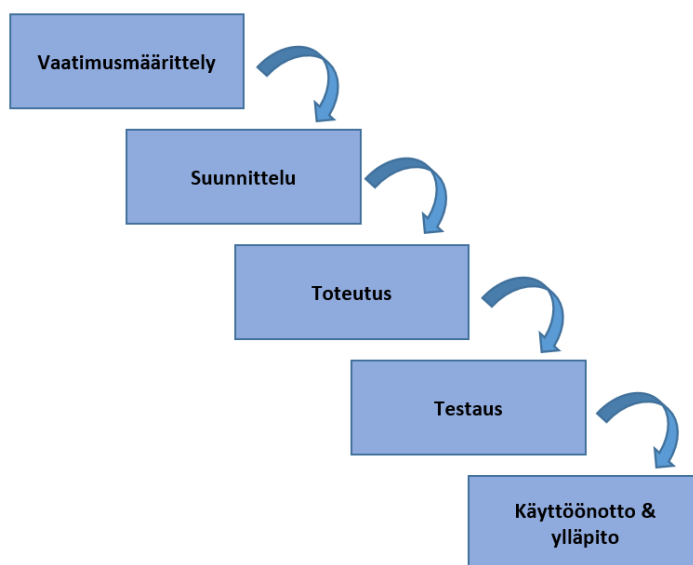
- Turvallisuuspisteytys tarkastuksen perusteella
- Turvallisuuspuutteiden kehityssuuntausten analysointi
- Integroitu kommunikointi projektin eri osapuolten kesken yhteisen tietokannan avulla

Weadockin (2003) esittelemä HSE-auditointisovellus koostaa kohteeseen sopivat tarkastuslistat käyttäjälle esitettyjen kysymysten perusteella. Sovellus myös esittää käyttäjälle kuhunkin tarkastuskohteeseen liittyvät säännökset päätöksenteon tueksi. Edellä listattujen ominaisuuksien lisäksi hyödyllisiä ominaisuuksia mobiilipohjaiselle tarkastustyökalulle ovat Jalavan & Nurmisen (2007) mukaan mahdollisuus työskennellä sekä online-, että offline-tilassa. Heidän esittelemänsä sovellus lähettää automaattisesti kaikki jonossa olevat osiot palvelimelle yhteyden ilmaantuessa uudelleen offline-tilassa työskentelyn jälkeen. Jalava & Nurminen (2007) myös pitävät tärkeänä, että käyttäjällä on mahdollisuus muokata tarkastuslomakkeiden rakennetta.

Viime vuosina on perinteisten, tarkastajan suorittamaan havainnointiin perustuvien sähköisten työkalujen lisäksi kehitetty konenäköön ja -oppimiseen pohjautuvia tarkastus- ja valvontateknologioita. Wun & Zhaon (2018) tutkimusartikkelissa esitellään kameravalvontaan pohjautuva sovellus, joka tutkimuksen aikana tunnisti työntekijöiden kypärän käytön 90,3 prosentin varmuudella. Konenäköä voidaan myös hyödyntää työtehtävissä ja muissa aktiviteeteissa, joissa kognitiivinen avustus on tarpeen. Zhan et al. (2014) esittelevät artikkelissaan älylasit, jotka mahdollistavat lasien käyttäjän näkymän analysoinnin tietokonepohjaisesti. Zhan et al. (2014) toteavat artikkelissaan esittelemällään teknologialla olevan laajat mahdollisuudet myös turvallisuuden parissa työskentelevien toimien kuvassa. Nopeasti kehittyvät kuvantunnistusteknologiat ovat tehneet erinäisistä konenäköön perustuvista tarkastuksista yhden sen tärkeimmistä sovellusalueista (Wu & Zhao 2018). Konenäön lisäksi lisättyyn todellisuuteen perustuvaa teknologiaa, eli AR-teknologiaa, on hyödynnetty rakennustyömaiden turvallisuustarkastuksissa. AR-teknologian avulla tarkastaja voi esimerkiksi tarkastusta tehdessään nähdä AR-käyttöliittymässä keskeiset tarkastelun kohteeseen liittyvät turvallisuustiedot joutumatta etsimään niitä mobiililaitteelta tai muusta tietolähteestä (Li et al. 2018).

2.4 Ohjelmistokehitys

Seuraavaksi esitellään ohjelmistokehitykseen, vaatimusmäärittelyyn, käytettävyyteen, ohjelmistotyökalujen verifiointiin ja validointiin sekä ketterään ohjelmistokehitykseen liittyvää teoriaa. Ohjelmistokehitysprosessia varten on olemassa useita eri malleja. Eräs perinteisimmistä malleista on kuvan 8 vesiputousmalli, joka on edelleen käytössä useissa organisaatioissa. Mallin etuja ovat sen helppo ymmärrettävyys ja käyttö. Malli sisältää viisi vaihetta, joista jokainen suoritetaan ennen siirtymistä seuraavaan vaiheeseen. (Alshamarani & Bahattab 2015, Stoica et al. 2013)



Kuva 8. Ohjelmistokehityksen vesiputousmalli (mukaillen Stoica et al. 2013)

Vesiputousmallin lisäksi muita tavallisia ohjelmistokehitysprosessia kuvaavia malleja ovat esimerkiksi spiraalimalli ja inkrementaalinen malli. Yhteistä kaikilla perinteisillä ohjelmistokehityksen malleilla on se, että ne koostuvat peräkkäisistä työvaiheista, jotka suunnittelijoiden ja kehitystyöryhmän täytyy toteuttaa, jotta haluttu tuote saadaan valmiiksi. (Alshamarani & Bahattab 2015)

2.4.1 Ohjelmiston vaatimusmäärittely

Kuvan 8 mukainen perinteinen ohjelmistokehityksen vesiputousmalli lähtee liikkeelle vaatimusmäärittelystä. Vaatimus on edellytys tai kyky, jonka (1) käyttäjä tarvitsee voidakseen ratkaista ongelman tai saavuttaakseen tavoitteen tai, (2) jonka järjestelmän tulee sisältää, jotta sopimuksen, standardin tai muun virallisen dokumentin asettamat vaatimukset täyttyvät (Jalote 2005, s.80). Sommerville & Sawyer (1997) määrittelevät vaatimuksen 'kuvaukseksi siitä, kuinka järjestelmän tulee käyttäytyä' tai 'kuvaukseksi järjestelmän ominaisuudesta tai piirteestä'. Ne voivat olla myös 'järjestelmän kehitysprosessin rajoite' (Sommerville & Sawyer 1997). Vaatimukset ovat jokaisen kehitysprojehtin pe-

rusta, joiden avulla selvitetään, mitä sidosryhmät järjestelmältä kaipaavat ja mitä järjestelmän tulee tehdä, jotta tarpeet saadaan täytettyä (Hull et al. 2011 s.2). Vaatimukset voidaan luokitella usealla eri tavalla; esimerkiksi toiminnallisiin ja ei-toiminnallisiin vaatimuksiin (Christensen & Thayer 2011 s.71). Onnistunut vaatimusmäärittely luo kehitysprojektille perustan ja minimoi virheistä aiheutuvat kustannukset myöhemmissä kehitysvaiheissa (Christensen & Thayer 2011 s.64).

Jaloten (2005 s.79) mukaan vaatimusmäärittelyä voidaan pitää ohjelmistokehitysprosessin vaativimpana vaiheena. Vaatimusmäärittely on myös virheherkkä vaihe. Ohjelmistoprojektit käynnistyvät yleensä asiakkaan aloitteesta ja ennen vaatimusmäärittelyä vaatimukset ovat olemassa vain useiden eri asiakasorganisaation henkilöiden mielikuvissa. Vaatimusmäärittelyssä vaatimukset täytyy tunnistaa olemalla vuorovaikutuksessa näiden henkilöiden kanssa. Mikäli ohjelmistoa käytetään korvaamaan aiemmin manuaalisesti suoritettu työvaihe, tulee lisäksi nykyisiä käytäntöjä havainnoida. Tavallisesti aiemmin manuaalisiin prosesseihin myös lisätään ohjelmiston käyttöönoton myötä uusia toimintoja, jolloin niihin liittyvät vaatimukset tulee visualisoida. (Jalote 2005 s.80) Hull et al. (2011 s.106) listaavat vaatimusmäärittelyn tietolähteiksi sidosryhmien haastattelut, käyttötapaustarkastelut, kuvailevan dokumentaation, olemassa olevat päivitettävät järjestelmät, vastaavanlaiset järjestelmät, prototyypit sekä tutkimukset ja kyselyt.

Sidosryhmien vaatimusmäärittelyhaastatteluissa ongelmia tuottavat usein vaatimusmäärittelijän ja sidosryhmän edustajan erilaiset taustat, kokemukset ja odotukset tulevalta järjestelmältä. Tämän vuoksi haastateltavan ja haastattelijan olettamukset järjestelmän käyttöympäristöstä, vaatimuksista ja valmiista järjestelmästä vaihtelevat. Ongelmia syntyy, mikäli avainolettamukset eivät paljastu haastatteluissa. (Burnay et al. 2014) Haastattelujen onnistumiseksi tulee vaatimusmäärittelijän olla taitava kommunikoidaan ja kyettävä puhumaan sidosryhmien termein. On tärkeää, että kaikkien sidosryhmien edustajia haastatellaan ja heidän asettamansa vaatimukset otetaan vakavasti. Haastattelujen aikana on myös tärkeää kertoa haastateltaville, että heidän asettamansa vaatimukset tulevat muokkaamaan valmista järjestelmää. (Hull et al. 2011 s.106-107)

Vaatimuksilla tulee virheiden välttämiseksi olla ainakin seuraavat ominaisuudet (Christensen & Thayer 2011 s.68):

1. Välttämättömyys
2. Yksiselitteisyys
3. Testattavuus
4. Jäljitettävyys
5. Mitattavuus

Hullin et al. (2011 s.89) mukaan yksittäisten vaatimusten tulee olla selkeitä ja tarkkoja. Lisäksi niiden tulee olla teknisesti toteuttavissa budjetin ja aikataulun sallimissa ra-

joissa. Vaatimukset tulee olla mahdollista verifioida tunnetulla menetelmällä. Käyttäjävaatimusten tulee myös olla abstrakteja, eli ne eivät saa pitää sisällään suunnitteluratkaisua. Vaatimusmäärittelylle kokonaisuudessaan Hull et al. (2011 s.89) esittävät kriteereiksi muun muassa kattavuuden ja ristiriidattomuuden sekä sen, että samat vaatimukset eivät toistu useaan kertaan. Gilb (2010) toteaa, että onnistuneessa vaatimusmäärittelyssä organisaation korkeimman tason kriittiset päämäärät on määritelty selkeästi ja ne ymmärretään myös toteutustasolla. Gilbin (2010) mukaan vaatimusmäärittelyssä tulee keskittyä arvontuottoon, eikä pelkästään kehitettävään ohjelmistoon. Gilb (2010) esittää myös, että vaatimukset tulee kvantifioida, jotta ne ymmärretään paremmin. Syitä yksittäisten vaatimusten määrittelyn epäonnistumiselle saattavat olla muun muassa epäonnistunut kääntäminen luonnollisesta kielestä muodolliseksi vaatimukseksi, muodollisen vaatimuksen epäonnistunut tulkinta tai vaatimuksen virheellinen kognitiivinen tulkinta (Michael et al. 2011).

Vaatimusmäärittelyn lopputuotteena on tavallisesti vaatimusmäärittelydokumentti, johon on listattu kehitteillä olevalta ohjelmistolta vaadittavat ominaisuudet. Vaatimusmäärittelydokumentti toimii asiakkaan ja kehitystyöryhmän välisen kommunikoinnin välineenä. Dokumentti kertoo molemmille osapuolille, millainen valmis tuote tulee olemaan ja mitä sillä voidaan tehdä. Vaatimusmäärittelydokumentti toimii myös vertauskohtana lopullisen tuotteen verifiointille. (Christensen & Thayer 2011, Jalote 2005) Hyvä vaatimusmäärittelydokumentti on rakenteeltaan selkeä ja listaa yhteen kuuluvat vaatimukset peräkkäin (Hull et al. 2011 s.77).

2.4.2 Ohjelmiston käytettävyys

Käytettävyydelle ei ole olemassa yhtä yksiselitteistä ja kattavaa määritelmää (Lewis 2014). Standardi ISO 9241 -11 määrittelee käytettävyyden ominaisuudeksi, jonka avulla määritellyt käyttäjät voivat käyttämällä järjestelmää, tuotetta tai palvelua saavuttaa määritellyt tavoitteet tehokkaasti, tuloksellisesti ja tyydyttävästi. Standardin mukaan asianmukaisella käytettävyydellä saadaan aikaan muun muassa helppokäyttöisempiä ja helposti ymmärrettäviä tuotteita, järjestelmiä ja palveluita. Hyvällä käytettävyydellä myös saadaan parannettua käyttäjäkokemusta ja organisaatioiden toiminnan tehokkuutta. (ISO 9241 -11) Sinkkosen et al. (2006 s. 17) mukaan käytettävyys on ”menetelmä- ja teoria-kenttä, jonka kautta käyttäjän ja laitteen yhteistoimintaa pyritään saamaan tehokkaammaksi ja käyttäjän kannalta miellyttävämmäksi”. Käytettävyydessä ihmistä ei ajatella koneen osana, vaan ’käyttäjä-ihmisenä’, jonka ominaisuuksia ovat muun muassa synnynäiset psykologiset ja fysiologiset rakenteet sekä kulttuurisidonnaiset ominaisuudet (Sinkkonen et al. 2006 s.23).

Järjestelmien käytettävyys voidaan jaotella viiteen peruselementtiin: opittavuus, tehokkuus, muistettavuus, virhetiheys ja tyytyväisyys. Opittavuus kertoo, kuinka helposti käyttäjä oppii järjestelmän päätoiminnot. Opittavuutta voidaan arvioida mittaamalla aikaa, joka uudella käyttäjällä kuluu, ennen kuin hän kykenee suorittamaan järjestelmän avulla

tiettyjä toimintoja. Tehokkuudella puolestaan tarkoitetaan aikaa, joka käyttäjällä kuluu tietyn toiminnon suorittamiseen järjestelmää käyttäen. Muistettavuudella viitataan käyttäjän kykyä jatkaa tuotteen käyttöä tietyn mittaisen tauon jälkeen joutumatta kuitenkaan opettelemaan sen käyttöä uudelleen. Virheteiheyys tarkoittaa käyttäjän tekemien virheiden määrää järjestelmää käytettäessä ja tyytyväisyydellä viitataan käyttäjän subjektiiviseen vaikutelmaan järjestelmästä. (Ferre et al. 2001)

Hyvän käytettävyyden saavuttamiseksi on olemassa ohjesääntöjä, heuristiikkoja, jotka esimerkiksi käyttöliittymiä suunnittelevien tulee ottaa huomioon (Nayebi et al 2013). Eräs suosituimmista ohjesäännöistä käyttöliittymien suunnittelua varten on Nielsenin vuonna 1993 kirjassaan Usability Engineering julkaisemat kymmenen sääntöä, jotka ovat:

1. Järjestelmän tilan näkyvyys
2. Tosimaailman ja järjestelmän vastaavuus
3. Käyttäjän hallinta ja vapaus
4. Johdonmukaisuus ja normit
5. Virheiden ehkäisy
6. Tunnistaminen muistamisen sijaan
7. Joustavuus ja käytön tehokkuus
8. Esteettisyys ja minimalistisuus
9. Käyttäjän auttaminen virhetilanteissa
10. Apu ja dokumentaatio

Sovellusten käytettävyydsarviointia voidaan toteuttaa kahdella eri tavalla; käyttäjäarvio tai asiantuntija-arvio käytettävyydestä. Käyttäjäarvioinneissa erilaisista taustoista tulevat käyttäjät pyrkivät suorittamaan ennalta määrättyjä tehtäviä arvioitavaa sovellusta käyttäen. Käyttäjäarviointeja voidaan tehdä joko laboratorio-olosuhteissa tai kenttäkokeina. Käyttäjäarvioinneissa sovelluksen koekäyttö voidaan taltioida kameralla ja analysoida käytettävyyttä jälkikäteen. Toinen tapa on pyytää koekäyttäjiä täyttämään kysely, jossa he arvioivat kokemustaan. Käyttäjäarviointien avulla saadaan tärkeää tietoa tuotteiden loppukäyttäjien kokemuksista. Käytettävyyden asiantuntija-arviossa arvioidaan, kuinka hyvin arvioitava sovellus täyttää esimerkiksi edellisessä luvussa esitettyjen suunnitteluperiaatteiden mukaiset vaatimukset. Asiantuntija-arviot noudattavat standardoitua menetelmää ja tuottavat numeerisia tuloksia. Niiden teettäminen on aiheellista, kun halutaan saada vertailukelpoista tietoa esimerkiksi eri sovellusten käytettävyydestä. (Nayebi et al. 2013)

Käytettävyys mobiilisovelluksissa

Mobiililaitteiden erityispiirteitä, joihin käytettävyyden tulee vastata, ovat niiden käyttäminen liikkumisen aikana, laitteiden näyttöjen pieni koko, laitteiden suuri virrankulutus ja internetyhteyden rajallisuus (Harrison et al. 2013). Harrison et al. (2013) mukaan on

todennäköistä, että mobiililaitteet ovat erityisen herkkiä kognitiivisen ylikuormituksen aiheuttamille vaikutuksille niiden vaihtelevan käyttöympäristön ja pienen koon asettamien rajoitusten takia.

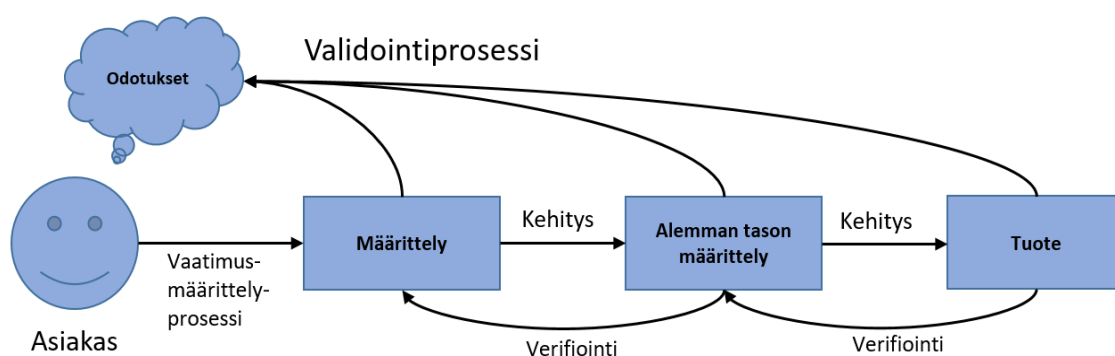
Edellisellä sivulla listatut Nielsenin kymmenen sääntöä kehitettiin ennen mobiilialustojen markkinoille tuloa, joten niitä ei ole alun perin suunniteltu mobiilisovellusten käyttöliittymiä varten (Neto & Pimentel 2013). Joyce et al. (2015) arvioivat artikkelissaan Nielsenin heuristiikkojen soveltuvuutta älypuhelinsovelluksiin. He toteavat, että mobiilisovellusten käytettävyydessä on Nielsenin heuristiikkojen lisäksi huomioitava käyttökonteksti, joka voi sisältää käyttäjän samanaikaisen liikkumisen esimerkiksi jalkaisin tai polkupyörällä, huonot valaistusolosuhteet ja taustamelun. Huomioitavaa on myös sisällön syöttämisen hankaluus ja hitaus matkapuhelinta käyttämällä sekä matkapuhelinten sisältämien ominaisuuksien, kuten GPS:n, kameran ja gyroskoopin hyödyntämisen tuomat mahdollisuudet. Myös McWherter ja Gowell (2012 s.94) korostavat kirjassaan sisällön syöttämisen hankaluutta mobiililaitteilla, joissa hiirtä ei tavallisesti ole käytössä. Heidän mukaansa käyttäjäsyötteiden suojeleminen on ensisijaista mobiilisovelluksissa ja sovelluksissa tulisi olla syötehistorian sisältävä lokikirja sekä 'peruuta'- ja 'takaisin'-näppäimet, jotta virhepainallusten aiheuttamalta tietojen häviämiseltä vältytään. Tämän diplomityötutkimuksen kohteena olevan mobiilisovelluksen ensisijainen käyttöympäristö on rata-työmaa, jossa Joyce et al. (2015) artikkelissaan esittämä käyttökonteksti todennäköisesti korostuu etenkin taustamelun ja valaistusolosuhteiden osalta.

2.4.3 Verifiointi ja validointi ohjelmistokehityksessä

Verifiointilla tarkoitetaan prosessia, jonka tarkoituksena on selvittää, täyttääkö tietyssä kehitysvaiheessa oleva tuote sille kehitysvaiheen alussa asetetut vaatimukset. Verifiointi keskittyy siis kirjallisten vaatimusten ja määrittelyjen täyttymiseen. Verifiointilla vastataan kysymykseen ”Kehitettiinkö tuote oikein?”. Validointi puolestaan tarkoittaa menettelyä, jolla selvitetään tuotteen sidosryhmien asettamien vaatimusten täyttyminen. Validoinnilla siis selvitetään, tekeekö tuote sitä, mitä sen pitääkin sille tarkoitettussa käyttöympäristössä. Validointi vastaa kysymykseen ”Kehitettiinkö oikea tuote?”. (Engel 2010 s.16-17)

Verifiointi voidaan toteuttaa käyttäen viittä eri menetelmää; analyysiä, demonstraatiota, tarkastelua, testausta tai edellisten yhdistelmää. Analyysillä tarkoitetaan teknisen tai matemaattisen mallin tai muun tieteellisen periaatteen hyödyntämistä vaatimuksen täyttymisen varmistamiseksi. Demonstraatio pitää sisällään järjestelmän haluttujen toimintojen kokeilun, jossa demonstroijien tekemiä havaintoja verrataan ennalta määrättyihin vaatimuksiin. Tarkastelu tarkoittaa vaatimusten täyttymisen arviointia käyttäen ainoastaan aistihavaintoja ilman erityisiä apuvälineitä tai menettelytapoja. Testaus sisältää verifioitavana olevan järjestelmän altistamisen systemaattiselle sarjalle suunniteltuja simulaatioita, joiden aikana järjestelmän suorituskykyä mitataan. (Grady 2007)

Michael et al. (2011) mukaan ohjelmistokehitysprojekteissa verifiointissa tavallisesti onnistutaan ja valmiista tuotteista tulee määriteltyjen kirjallisten vaatimusten mukaisia. Kuitenkin asiakkaiden vaatimuksia ja odotuksia vastaavien tuotteiden kehittämisen epäonnistuminen on tavallista. Pääsyyksi validoinnin epäonnistumiselle Michael et al. esittävät sen aloittamisen liian myöhäisessä vaiheessa projektia, jolloin vaatimusmäärittelyssä tapahtuneiden virheiden korjaaminen on kallista tai jopa mahdotonta. Sen sijaan, että verifiointi ja validointi (V&V) suoritettaisiin kehitysprojektin lopussa, tulisi sen olla kuvan 9 mukainen jatkuva prosessi kehitysprojektin muiden vaiheiden rinnalla. (Michael et al. 2011)



Kuva 9. Jatkuva V&V-prosessi. (mukaillen Michael et al. 2011)

Myös Fisher (2007 s.85) kuvaa V&V -prosessin jatkuvana ja ohjelmistokehityksen elinkaaren kanssa rinnakkaisena. Fisher jakaa ohjelmiston elinkaaren neljään osaan; vaatimusmäärittelyyn, suunnitteluvaiheeseen, toteutusvaiheeseen ja testausvaiheeseen. V&V-prosessi kulkee näiden rinnalla ja jokaisessa elinkaaren vaiheessa siihen kuuluvat jäljitettävyyksianalyysi, rajapinta-analyysi ja elinkaaren vaiheesta riippuva vaatimusanalyysi, suunnittelu-, koodi- tai testausanalyysi. Jäljitettävyyksianalyysi keskittyy alkupe-
räisten vaatimusten ja senhetkisen järjestelmän väliseen suhteeseen. Rajapinta-analyysillä varmistetaan informaation liikkuminen järjestelmän eri moduulien tai muiden osien välillä. Elinkaarivaiheesta riippuva analyysiä kutsutaan myös tekniseksi analyysiksi, joka voidaan toteuttaa käyttämällä laajaa määrää erilaisia metodeja. (Fisher 2007 s.89-142)

Tämän diplomityön kohteena olevaa mobiilipohjaista työkalua kehitettiin seuraavassa luvussa käsiteltävän ketterän kehityksen periaatteiden mukaisesti. Sovelluksen verifiointi ja validointi noudattivat kuvan 9 mukaista prosessia, jossa V&V-toimenpiteet kulkevat muun ohjelmistokehitysprosessin rinnalla. Tuotteen vaatimusmäärittely muuttui jatkuvasti kehitysprosessin edetessä, eikä varsinaista vaatimusmäärittelydokumenttia tuotteelle luotu.

2.4.4 Ketterä ohjelmistokehitys

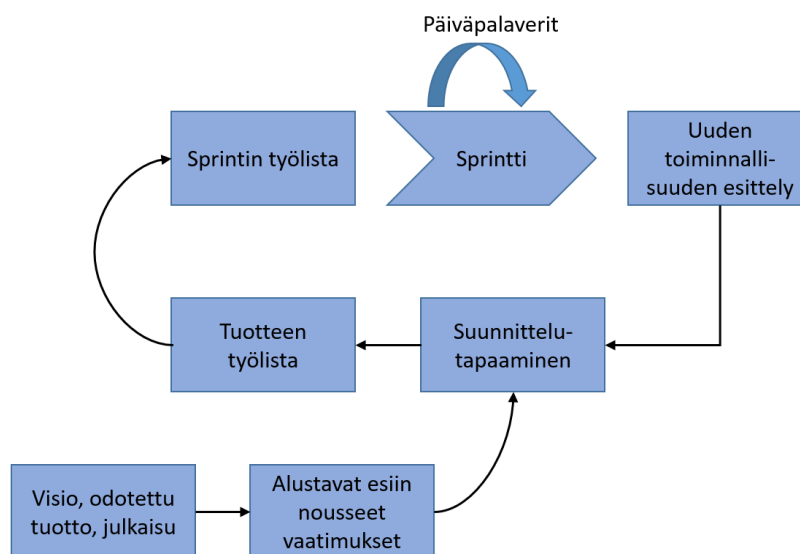
Perinteiset ohjelmistokehitysmallit, kuten luvun 2.4 alussa esitelty vesiputousmalli, ovat riippuvaisia kattavasta ja huolellisesti toteutetusta vaatimusmäärittelystä. Kaikki alkupe- räiseen vaatimusmäärittelyyn tehtävät muutokset käyvät läpi tiukan muutostenhallinta- prosessin ja priorisoinnin. Perinteisen ohjelmistokehityksen rinnalle on syntynyt ketterän kehityksen malli, jonka lähestymistapa on joustavampi. Ketterä kehitys perustuu usean perättäisen kehityssyklin käyttöön. Jokaisen syklin aikana ohjelmistoon lisätään ominai- suuksia sekä lisävaatimuksia ja niiden toiminnallisuutta testataan syklin päätteeksi. (Douglas 2016) Ketterällä kehityksellä saavutettavia etuja ovat muun muassa pienemmät kustannukset vaatimusten muuttuessa, helpompi testaus ja virheiden poisto kehitystyön aikana sekä asiakaspalautteen sisällyttäminen koko kehitysprosessiin (Stoica et al. 2013). Yleisimpiä ketterään kehitykseen pohjautuvia metodeja ovat muun muassa Crystal, ASD, eli Adaptive Software Development, Extreme Programming ja Scrum (Hu et al. 2009).

Ketterässä kehityksessä vaatimusmäärittely toteutetaan tavallisesti suoralla kommuni- koinnilla kasvokkain vaatimusten dokumentoinnin sijaan, joten raja vaatimusmäärittelyn ja ohjelmistokehitysprosessin muiden osa-alueiden välillä on häilyvä (Ochodek & Kop- czynska 2018). Ketterässä kehityksessä muuttuvat vaatimukset hyväksytään myös myö- häisessä vaiheessa ohjelmistokehitystä (Douglas 2016). Tärkeimpiä tekijöitä vaatimus- määrittelyn onnistumiseksi ketterässä kehityksessä ovat käytettävissä oleva asiakas, pro- jektin yhteinen visio, jokapäiväisten tapaamisten järjestäminen kehitystyöryhmän kesken sekä kehitysprosessiin osallistuvien helppo pääsy vaatimusmäärittelyyn ja vaatimusten testattavuus (Ochodek & Kopczynska 2018). Tämän tutkimuksen kohteena olevan sovel- luksen yhtenä asiakkaana voidaan ohjelmistokehityksen näkökulmasta pitää tuotteen lop- pukäyttäjiä, eli työmaavalvojia. Tuotteen asiakas ja kehitystyöryhmä löytyivät siis saman organisaation sisältä. Kehitystyöryhmän ja asiakkaiden kesken järjestettiin edellä mainit- tujen onnistumista edistävien tekijöiden mukaisesti säännöllisiä keskusteluja, joissa työ- ryhmä esitteli tuotteen ominaisuuksia ja tulevilla käyttäjillä oli mahdollisuus antaa pa- lautetta tuotetta koskien.

Ketterä kehitys on nykyisin yleisessä käytössä mobiilisovellusten kehitysprojekteissa (Mahmud & Abdullah 2015). Kirman (2017) toteaa ketterän kehityksen sopivan mobiil- isovellusprojekteihin, joissa vaatimukset ovat nopeasti muuttuvia. Kirmanin (2017) mu- kaan ketterän kehityksen käyttö esimerkiksi parantaa mobiilisovellusten käyttäjäkoke- musta ja sopii mobiilisovelluksilta vaadittavaan nopeaan toimitukseen ja lyhyeen kehi- tyselinkaareen. Myös Corral et al. (2013) toteavat ketterän kehityksen metodien soveltu- van mobiilimaailmaan, sillä ne sallivat mukautuvat prosessit ja käytännöt, jotka ovat tar- peen alan epävakaiden tarpeiden täyttämiseksi.

Scrum-viitekehys

Tämän diplomityön kohteena olevan sovelluksen kehittämiseen käytettiin Scrumia, joka on eräs ketterän kehityksen viitekehysistä. Scrumin toimintarunko (kuva 10) pohjautuu iteratiivisiin sykleihin, joiden aikana tuotteen työlistasta toteutetaan valitut tehtävät. (Schwaber 2004) Syklejä kutsutaan sprinteiksi ja yhden sprintin kesto on yleensä yhdestä neljään viikkoa (Slieger 2011). Sprintti alkaa suunnittelutapaamisella, jossa tuotteen työlistasta valitaan tulevalla sprintillä toteutettavat ominaisuudet sprintin työlistaan. Sprintin aikana kehitysryhmä kokoontuu päiväpalaveriin, joissa käydään läpi työn edistyminen, tulevat työvaiheet ja mahdolliset ongelmat. (Schwaber 2004)



Kuva 10. Scrumin toimintarunko (mukaillen Schwaber 2004)

Scrum-viitekehyksessä kehitysprojektiin osallistuvien rooleja ovat tuoteomistaja, kehitystiimi ja ScrumMaster. Tuoteomistajan tehtäviin kuuluvat kaikkien projektin osallisten intressien edustaminen, alustavien vaatimusten määrittely ja julkaisusuunnitelmien tekeminen. Tuoteomistaja vastaa myös työlistan järjestämisestä niin, että arvokkaimmat toiminnot luodaan ensin. Tiimin vastuulla on sprintin työlistaan valittujen toiminnallisuuden kehittäminen jokaisen sprintin aikana. ScrumMaster vastaa Scrumin mukaisen prosessin toteutumisesta ja Scrumin menetelmien opettamisesta muulle tiimille. (Schwaber 2004)

Tämän diplomityön kohteena olevan työkalun kehittämiseen oli valittu Scrum-viitekehys, koska Scrumin käyttö tekee ohjelmiston kehitysprojektista näkyvän ja helposti kontrolloitavan (Hu et al. 2009). Ohjelmistokehitystyöryhmään kuului henkilöitä, jotka työskentelivät eri puolilla Suomea sijaitsevilla toimipisteissä. Scrum-viitekehys soveltuu hyvin etenkin hajautetuille kehitysprojekteille, sillä Scrumin käyttö edesauttaa avointa ja toistuvaa kommunikointia sekä luo projekteille lisänäkyvyyttä (Paasivaara et al. 2009). Scrumin käyttö parantaa Ihmeen (2012) mukaan lisäksi liiketoiminnan asettamien vaatimusten ja valmiin tuotteen ominaisuuksien vastaavuutta.

3. TYÖN KOHDE JA OSATEHTÄVÄT

3.1 Työn kohdeorganisaatio

3.1.1 Rejlers Finland Oy

Rejlers Finland Oy on pohjoismaisen Rejlers AB -yhtiön osa. Rejlers-konserni on eräs suurimmista pohjoismaisista konsultointiyrityksistä. Yritys on perustettu Ruotsissa vuonna 1942 perheyriksenä. Yritys on listautunut Tukholman pörssiin, mutta Rejlerin suvulla on yhä äänivalta yrityksessä. Nykyisin konserni koostuu Rejlers Sverige -, Rejlers Norge -, Rejlers Embriq - ja Rejlers Finland -tytäryhtiöistä. Konsernilla on Pohjoismaissa yli 80 toimistoa ja 2000 työntekijää. Vuosittaisia toimeksiantoja koko konsernilla on noin 11000. (Rejlers 2018 A)

Suomessa Rejlersin toiminta käynnistyi vuonna 1980. Rejlers Finland Oy tuottaa suunnittelu- ja konsultointipalveluita rakentamisen, teollisuuden, energian, infran sekä digitalisaation ja ICT:n toimialoilla. Rejlers Finland Oy:n liikevaihto vuonna 2017 oli 48,6 miljoonaa euroa ja työntekijöitä yrityksessä oli noin 600. Toimipisteitä yrityksellä on 19 paikkakunnalla ympäri maata. (Rejlers 2018 B) Yrityksen strategiaan kuuluu muun muassa korkea sisäinen tehokkuus, selkeä yrityskulttuuri ja liiketoiminnan tehostaminen tarjoamalla innovatiivisia ratkaisuja (Rejlers 2018 C).

3.1.2 Rejlers Finland Oy:n ratahankkeiden valvontaorganisaatio

Rejlers Finland Oy:n ratahankkeiden valvontaorganisaatio on osa Liikenneväylät-liiketoimintayksikköä, joka kuuluu Energia ja infra -toimialan alaisuuteen. Toimialaan kuuluvat myös Telecom-, Sähköverkot- ja Mittauspalvelut -liiketoimintayksiköt. Valvonta kuuluu osaksi kohdeorganisaation rakennuttamispalveluita, joiden asiakkaana on pääosin Liikennevirasto.

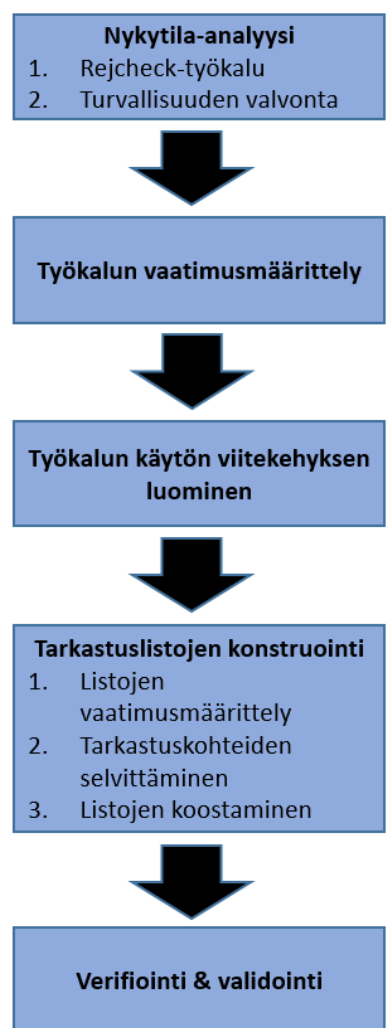
Ratahankkeiden maanrakennusvalvojina yrityksessä työskentelee yhdeksän henkilöä. Turvalaitevalvojia on organisaatiossa yhteensä neljä ja sähköratavalvojia kolme. Osa valvonnasta on hankittu organisaatioon alihankintana. Valvojat toimivat useissa toimipisteissä ja ratahankkeissa eri puolilla Suomea. Valvontaorganisaatio on kasvanut nopeasti yritysostojen ja rekrytointien seurauksena.

3.2 Tutkimusote ja työn eteneminen

Tämän diplomityön tutkimusotetta voidaan pitää konstruktiivisena. Tyypillistä konstruktiiviselle tutkimusotteelle on tutkijan voimakas vaikuttaminen tutkittavaan kohteeseen.

Konstruktiivisessa tutkimuksessa tuotetaan sovellettavalle tieteenalalle kontribuutioita ratkaisemalla reaalimaailman ongelmia. (Lukka 2001) Tässä työssä pyrittiin ensin kartoittamaan ratahankkeiden turvallisuuden valvontaa koskevia keskeisiä ongelmia kohdeorganisaatiossa. Näihin ongelmiin pyrittiin löytämään ratkaisu valvonnassa hyödynnettävän mobiilityökalun ja sen käyttöön liittyvien menettelyjen kehittämisen myötä.

Tähän diplomityötutkimukseen liittyvät osatehtävät on esitetty kuvassa 11. Osatehtäviä oli viisi kappaletta; nykytila-analyysi, työkalun vaatimusmäärittely, työkalun käytön viitekehyksen luominen, tarkastuslistojen konstruointi sekä listojen ja työkalun verifiointi ja validointi.



Kuva 11. Työn osatehtävät.

Nykytila-analyysi piti sisällään valvonnan nykykäytäntöjen selvittämisen ja RejCheck-työkalun senhetkisen version ominaisuuksien kartoittamisen. Työkalun vaatimusmäärittely koostui kohdeorganisaation yksikköjohdon, kohdeorganisaatiossa toimivien turvallisuuskoordinaattorien ja Liikenneviraston projektipäällikön asettamien vaatimusten sekä käyttäjävaatimusten selvittämisestä. Koska työkalua kehitettiin ketterän kehityksen periaatteiden mukaisesti, saatettiin työkalua koskevia vaatimuksia lisätä tuotteen työlistalle

koko ohjelmistokehityksen ajan. Vaatimusmäärittelyn pohjalta ideoitiin viitekehys, jolla työkalun tuottamaa tietoa voidaan hyödyntää rautatiehankkeissa turvallisuuden parantamiseksi. Tarkastuslistojen konstruointi koostui listojen vaatimusmäärittelystä, turvallisuuden tarkastuskohteiden selvittämisestä ja itse listojen koostamisesta. Verifiointi ja validointi toteutettiin yhteisesti mobiilityökalulle ja laadituille listoille.

Tutkimus eteni pääpiirteittäin kuvan 11 mukaisessa järjestyksessä, mutta osatehtävien suorittaminen tapahtui osittain samanaikaisesti. Esimerkiksi valvonnan nykytilaan ja vaatimusmäärittelyyn liittyvät haastattelut toteutettiin samalla haastattelukerralla. Myös turvallisuuden nykykäytäntöjen havainnointi ja työkalun kokeilut uusien käyttäjävaatimusten määrittelemiseksi tapahtuivat pääsääntöisesti samojen työmaakäyntien aikana. Työkalun ja tarkastuslistojen käyttäjävaatimuksia oli mahdotonta erottaa toisistaan täysin. Niitä haluttiin kuitenkin käsitellä erillisinä osatehtävinä, sillä työkalua koskevat vaatimukset kohdistuivat itse ohjelmistoon ja sen käyttöön. Listoja koskevat vaatimukset tuli huomioida ainoastaan listoja koostettaessa, eivätkä vaatineet muutoksia itse sovellukseen. Työkalun käyttöä kuvaavaa viitekehystä alettiin hahmotella jo tutkimuksen alkuvaiheessa ja sitä muokattiin tutkimuksen edetessä.

3.3 Nykytila-analyysi

3.3.1 Turvallisuuden valvonnan nykytila kohdeorganisaatiossa

Tutkimuksessa selvitettiin ensimmäiseksi kohdeorganisaation valvonnan nykytila. Valvonnan nykytila-analyysin avulla saatiin määriteltyä konteksti, jossa kehitteillä olevaa sovelluspohjaista työkalua tullaan käyttämään. Nykytila-analyysin avulla haluttiin myös löytää kohdeorganisaatiossa turvallisuuden valvontaan liittyviä ongelmia, joihin sovelluksen käyttöönoton avulla saatettiin pyrkiä löytämään ratkaisuja. Valvonnan nykytila-analyysivaiheessa keskeisinä tutkimusmenetelminä käytettiin havainnointia ja teema-haastatteluja.

Havainnointi

Turvallisuuden valvonnan nykytilaa kohdeorganisaatiossa tutkimuksen tekijä selvitti osallistumalla ratahankkeiden valvojien kanssa työmaavalvontakäynneille ja havainnoimalla niiden aikana valvontaan liittyviä käytäntöjä. Havainnoinnin avulla muodostettiin ennen haastattelujen toteuttamista käsitys työmaavalvonnan keskeisistä osa-alueista ja valvontakäyntien rakenteesta, joista tämän tutkimuksen toteuttajalla ei ollut aiempaa kattavaa tietämystä. Ihmisten toiminnan seuraaminen myös usein antaa erilaisia tuloksia kuin haastattelut (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006), joten aineiston keruuta ei haluttu toteuttaa ainoastaan haastatteluja käyttäen. Useamman tutkimusmenetelmän käytöllä voidaan myös lisätä tutkimuksen luotettavuutta (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006).

Ohjelmiston vaatimusmäärittelyn näkökulmasta havainnointi on oleellinen tiedonkeruumenetelmä, mikäli ohjelmistolla pyritään korvaamaan aiemmin manuaalinen työvaihe (Jalote 2005). Voidaan ajatella, että tämän työn kohteena olevalla mobiilityökalulla pyritään ideaalitulanteessa lopulta automatisoimaan aiemmin manuaalisesti suoritettu työvaihe, eli valvontaraporttien tuottaminen. Lisäksi aiempaan työmaavalvontaprosessiin lisättiin uusi työvaihe, kun valvojat täyttävät sovelluksen avulla turvallisuuden tarkastuslistoja työmaakäyntien aikana. Burnayn et al. (2014) mukaan ongelmia syntyy, mikäli vaatimusmäärittelijän ja sidosryhmän avainolettamukset järjestelmään liittyen jäävät paljastumatta. Tästä syystä tutkimuksen tekijä pyrki havainnoinnin avulla selvittämään tiedot valvojan työtä ja työkalun tulevaa käyttöympäristöä koskevia perusasioita.

Havainnoidut valvontakäynnit olivat maanrakennusvalvojen suorittamia. Havaintoja tehtiin työmaakäynnin keston, valvottaviin kohteisiin ja urakoitsijan kanssa käytävään vuorovaikutukseen liittyen. Havainnoinnin lisäksi työmaakäyntien aikana diplomityötutkimuksen tekijä keskusteli valvojen kanssa valvonnan nykykäytännöistä ja valvojan työhön liittyvistä mahdollisista ongelmakohdista. Tutkimuksessa käytettyä havainnointimenetelmää voidaankin pitää osallistuvana, aktiivisena havainnointina (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Vapaamuotoisten keskustelujen työmaaympäristössä oletettiin tuottavan erilaisia vastauksia kuin varsinaisten teemahaastattelujen. Työmaakäyntien aikana tehdyistä havainnoista diplomityön tekijä laati muistiinpanot ja jaotteli kirjatut havainnot niitä kuvaavien teemojen alle. Yhteensä valvojen mukana työmaakäynneille osallistuttiin viisi kertaa kolmen eri valvojan kanssa. Työmaavalvontakäynnit kohdistuivat työmaakohteisiin, joissa suoritettiin kiskojen ja päällysrakenteen vaihtoa tai vaihteen vaihtoa.

Valvontaraporttien tarkastelu

Turvallisuusraportointiin liittyviä nykykäytäntöjä diplomityön tekijä selvitti tarkastelemalla yhteensä 12 kahden eri työmaavalvojan laatimaa valvontaraporttia kolmesta eri urakasta. Valvontaraportit oli laadittu vuonna 2018 kiskonvaihtokohteesta, päällysrakenteen vaihtokohteesta ja maaperän tutkimusurakasta. Raporttien tarkastelussa kiinnitettiin erityisesti huomiota niiden turvallisuus-osion sisältöön. Diplomityön tekijä kirjasi tarkastelujen yhteydessä muistiin havainnot raporttien sisällöstä.

Haastattelut

Valvontakäynneille osallistumisen ja niihin liittyvän havainnoinnin sekä valvontaraporttien tarkastelun lisäksi neljää kohdeorganisaation valvojaa haastateltiin. Haastattelujen avulla syvennettiin ja täydennettiin havainnoinnin tuloksia. Tämän diplomityötutkimuksen tekijä päätyi toteuttamaan haastattelut teemahaastatteluina, sillä arvioi niiden antavan kattavamman kuvan valvonnan nykytilasta, kuin tarkasti etukäteen strukturoitujen haastattelujen. Haastateltavat henkilöt olivat ratarakentamisen asiantuntijoita ja haluttiin, että he voivat haastattelun aikana vapaasti tuoda esiin näkemyksiään haastattelun teemoihin

liittyen. Tutkimusaineistoa ei myöskään ollut tarvetta lähteä analysoimaan määrällisesti. Teemahaastattelut sisälsivät puolistrukturoidun haastattelun elementtejä, sillä kuhunkin teemaan liittyen diplomityön tekijä laati apukysymyksiä keskustelun tueksi.

Valvojien haastattelujen avulla pyrittiin saamaan selville työmaakäynteihin liittyvät ruutiinit ja käytännöt yleisesti, turvallisuuden rooli työmaavalvonnassa sekä valvojien kokeamat ongelmat turvallisuuden valvontaan ja turvallisuusasioihin puuttumiseen liittyen. Haastatellut valvojat toimivat maanrakennus- ja sähköratavalvojina kohdeorganisaatiossa. Haastatelluista valvojista yksi oli rakentamisen valvonnan ryhmäpäällikkö. Haastateltaviksi diplomityötutkimuksen tekijä valitsi vaihtelevan määrän työkokemusta omaavia ja tutkimuksen toteutushetkellä eri tyyppisissä hankkeissa toimivia valvojia, jotta saatiin luotua mahdollisimman kattava kuva turvallisuuden valvonnan nykytilasta. Valvojien lisäksi diplomityön tekijä haastatteli kahta kohdeorganisaatiossa turvallisuuskoordinaattorina toimivaa henkilöä. Toinen turvallisuuskoordinaattoreista oli työtehtävässään kokenut ja toinen turvallisuuskoordinaattoriharjoittelija. Turvallisuuskoordinaattoreiden haastattelut keskittyivät heidän kokemuksiinsa turvallisuuskoordinaattorin ja valvojan rooleista sekä turvallisuuden valvonnasta ja sen toimivuudesta. Turvallisuuskoordinaattoreiden haastattelut toteutettiin niin ikään teemahaastatteluina.

Valvojien haastatteluissa käytettiin liitteen 1 mukaista ja turvallisuuskoordinaattoreiden haastatteluissa liitteen 2 mukaista haastattelurunkoa. Haastatteluista yksi toteutettiin Skypen välityksellä ja loput kasvotusten. Haastateltaviin oltiin yhteydessä sähköpostitse tai kasvotusten ja heille lähetettiin haastattelurungon sisältämät kysymykset ennen haastattelun toteuttamista. Teemahaastattelujen kesto vaihteli 20 ja 90 minuutin välillä sisältäen myös haastattelujen ne osuudet, joissa käsiteltiin työkalun vaatimusmäärittelyä. Haastattelut äänitettiin, jonka jälkeen diplomityön tekijä litteroi niistä pääkohdat. Litteroinnin jälkeen diplomityön tekijä jaotteli pääkohdat niitä kuvaavien teemojen alle.

3.3.2 RejCheck-ohjelmistotyökalun nykytila

Ennen työkalun vaatimusmäärittelyä selvitettiin tässä alaluvussa kuvatuin keinoin, mitä ominaisuuksia RejCheck-työkalun senhetkinen versio piti sisällään ja mitä lisäominaisuuksia työkaluun oli suunnitteilla. Työkalun nykytila selvitettiin, koska sitä käytettiin lähtökohtana lisävaatimusten määrittämiselle. RejCheck-työkalua kehitettiin organisaatiossa teoriaosuudessa esiteltyyn Scrum-viitekehikseen perustuvalla prosessilla. Ohjelmistosta oli julkaistu ensimmäinen tuotantoversio, joka otettiin nykytilatarkastelun kohteeksi. Julkaistu versio oli niin sanottu pienin toimiva versio (Minimum Viable Product), joka sisälsi vain varhaisen asiakkaan tarpeet ja tarjosi mahdollisuuden kerätä palautetta tulevaan tuotekehitykseen.

Työkalun nykytilaa tämän diplomityön tekijä selvitti tutustumalla MVP-versioon sekä keskustelemalla ohjelmistosuunnittelusta vastaavien henkilöiden kanssa. Keskustelut jär-

jestettiin Skypen välityksellä sekä kasvotusten. Keskustelujen aikana ohjelmiston suunnittelusta vastaava henkilö esitteli RejCheckin viimeisimmällä ohjelmointisprintillä toteutettuja ominaisuuksia sekä tulevilla sprinteillä toteutettavaksi suunniteltuja ominaisuuksia. MVP-version toiminnallisuutta tämän diplomityön tekijä kokeili luomalla lyhyitä valvontalistoja ja täyttämällä niitä. Listat luotiin selainpohjaisella lomake-editorilla ja niitä täytettiin selainpohjaisesti pöytäkoneella sekä matkapuhelimella ja tablet-tietokoneella. Kokeilujen yhteydessä diplomityön tekijä kirjasi työkalun ominaisuuksia muistiin. Ohjelmistotyökalun nykytila-analyysiin liittyvät kokeilut diplomityön tekijä suoritti toimisto-olosuhteissa.

3.4 RejCheck-työkalun vaatimusten määrittely

Vaatimusmäärittelyn onnistumisen kannalta on tärkeää, että kaikkien sidosryhmien edustajia haastatellaan ja heidän vaatimuksensa otetaan tuotekehityksessä vakavasti (Hull et al. 2011). Diplomityön kohdeorganisaatiossa ei ollut entuudestaan olemassa yhtenäisiä käytäntöjä tai menettelyjä turvallisuuden valvontaa varten, joihin mobiilityökalun avulla suoritettavat tarkastukset olisi voitu integroida. Tästä syystä vaatimusmäärittely käsitti itse RejCheck-työkalun vaatimusten lisäksi myös sen käyttöä, eli turvallisuuden valvontaa, koskevia vaatimuksia. Tutkimuksen kohteena olevan työkalun vaatimusten määrittämiseksi tämän diplomityön tekijä haastatteli kohdeorganisaation yksikköjohtajaa, valvojia, turvallisuuskoordinaattoreita sekä Liikenneviraston edustajaa.

Haastattelujen lisäksi käyttäjävaatimusten määrittämiseksi diplomityön tekijä myös suoritti kokeiluja työkalun MVP-versiota työmaaolosuhteissa. Kokeilujen aikana arvioitiin työkalun käytettävyyttä ja soveltuvuutta työmaavalvontaan. Kokeilujen perusteella diplomityön tekijä määritteli työkalulle lisävaatimuksia.

3.4.1 Työkalun käyttötarkoitus ja yksikköjohtajan vaatimukset

Työkalun käyttötarkoitukseen ja työkalun käyttöönoton myötä tavoiteltaviin hyötyihin liittyen haastateltiin kohdeorganisaation Liikenneväylä-yksikön johtajaa. Haastattelussa käsiteltiin myös yksikköjohtajan työkalulle asettamia vaatimuksia. Haastateltavalta haluttiin erityisesti saada selville, ketä varten työkalulla halutaan tuottaa tietoa ja millaista tietoa työkalulla halutaan tuottaa kullekin osapuolelle. Haastattelussa haluttiin myös selvittää työkalun opittavuuteen liittyvät vaatimukset.

Haastattelu toteutettiin teemahaastatteluna Skypen välityksellä ja haastattelijana toimi tämän diplomityötutkimuksen tekijä. Haastattelun kesto oli noin 45 minuuttia. Teemahaastattelun runko on esitetty liitteessä 3. Haastattelurunko lähetettiin haastateltavalle sähköpostitse ennen haastattelua. Haastattelun aikana haastattelija teki kirjallisia muistiinpanoja keskeisistä haastattelussa esiin tulleista asioista.

3.4.2 Liikenneviraston projektipäällikön vaatimukset

Työkalun asiakasvaatimusten määrittämiseksi diplomityön tekijä haastatteli yhtä Liikenneviraston projektipäälliköistä. Haastattelussa pyrittiin selvittämään, millaisia toiveita ja vaatimuksia Liikennevirastolla on turvallisuuden valvontaa varten. Haastattelussa keskityttiin erityisesti tilaajan vaatimukseen turvallisuusasioiden raportoinnissa sekä turvallisuushavaintojen käsittelyssä urakoitsijoiden kanssa.

Haastattelu toteutettiin teemahaastatteluna kasvotusten ja haastattelu oli kestoaltaan noin 30 minuuttia. Käytetty haastattelurunko on esitetty liitteessä 4. Haastattelurunko lähetettiin sähköpostitse haastateltavalle ennen haastattelun toteuttamista. Haastattelu äänitettiin ja haastatteli litteroi siitä pääkohdat haastattelun jälkeen.

3.4.3 Turvallisuuskoordinaattoreiden asettamat vaatimukset

Kohdeorganisaatiossa turvallisuuskoordinaattoreina toimivien henkilöiden työkalulle asettamia vaatimuksia selvitettiin haastattelujen avulla. Haastatteluissa pyrittiin selvittämään, millaista turvallisuuteen liittyvää tietoa turvallisuuskoordinaattorit toivovat valvojen tuottavan ja millaisiin kohteisiin, työtapoihin ja menettelyihin he erityisesti tahtovat valvojien kiinnittävän työmaakäynneillään huomiota sovelluksen käyttöönnoton myötä.

Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina nykytila-analyysiä koskevien haastattelujen yhteydessä, joissa haastattelijana toimi tämän diplomityötutkimuksen tekijä. Yhteensä haastateltiin kahta turvallisuuskoordinaattoria. Käytetty haastattelurunko on esitetty liitteessä 2. Haastattelurunko toimitettiin haastateltaville paperisena ennen haastatteluja. Haastattelut äänitettiin ja haastatteli litteroi niistä pääkohdat haastattelujen toteuttamisen jälkeen.

3.4.4 Käyttäjä- ja käytettävyyksivaatimusten määrittely

Koska työkalun mobiilisovelluksen ja työpöytäohjelmiston MVP-versiot olivat tutkimuksen aloitushetkellä jo julkaistu, keskityttiin käyttäjävaatimusten määrittelyssä tarvittaviin lisäominaisuuksiin ja -vaatimuksiin. Ohjelmiston laatuun ja toimintavarmuuteen liittyvät vaatimukset jätettiin suurilta osin vaatimusmäärittelyn ulkopuolelle.

Prototyypit ovat yksi vaatimusmäärittelyssä hyödynnettävistä tietolähteistä (Hull et al. 2011 s.106). RejCheck-työkalun käyttäjävaatimusten määrittely aloitettiin kokeilemalla ohjelmistosta julkaistua MVP-versiota. Työkalun olemassa olevalla versiolla tämän diplomityön tekijä laati selainsovelluksessa kannettavalla tietokoneella yksinkertaisia turvallisuuden tarkastuslistoja, joiden käyttöä hän kokeili työmaolosuhteissa. Kokeilut tehtiin tablet-tietokoneella ja matkapuhelimella. Varsinaista käytettävyyden asiantuntija-arviota, jossa käyttöliittymää olisi arvioitu esimerkiksi Nielsenin (1993) heuristiikkojen pohjalta, ei sovellukselle tehty, sillä tutkimuksen tekijällä ei ollut siihen tarvittavaa osaamista. Sen

sijaan diplomityön tekijä pyrki arvioimaan, miten työkalu soveltuu työmaalla tapahtuvaan valvontaan ja mitkä asiat heikentävät sen käytettävyyttä työmaaolosuhteissa. Huomiota kiinnitettiin käytön nopeuteen, helppouteen sekä käyttöliittymän selkeyteen. Kokeilujen suorittamisen yhteydessä diplomityön tekijä listasi lisävaatimuksia, joiden arvioi parantavan työkalun käytettävyyttä ja sen soveltuvuutta ratahankkeiden työmaavalvontaan.

Kokeiluvaiheessa työkalua testattiin yhteensä viisi kertaa kiskon ja päällysrakenteen vaihtokohteissa sekä vaihteen vaihtokohteessa. Kiskon ja päällysrakenteen vaihtokohteissa käytetty tarkastuslista sisälsi oikein-väärin -monivalintasyötteet seuraaville valvontakohteille: *kypärän käyttö, huomioliivien käyttö, turvakenkien käyttö, henkilökortti ja merkinnät Turva-pätevyydestä, rakennusmateriaalin varastointi, rakennusjätteen varastointi, ensiapuvälineet (työkoneessa), alkusammutin (työkoneessa), työkoneen yleiskunto, tarkastuspöytäkirja (työkone)*. Vaihtenvaihtokohteessa käytetty lista sisälsi kohteet: *kypärän käyttö, varovaatetuksen käyttö, kuvallisen henkilötunnisteen käyttö, turvakenkien käyttö, työkoneen yleiskunto, ensiapuvälineet työkoneessa, alkusammutin työkoneessa, tarkastuspöytäkirja työkoneessa, materiaalien varastointi, työmaan erottaminen, työmaadoitukset, ohitusjohtimien käyttö, tulityön turvallisuus, nostopisteiden ja elementin massan merkintä sekä tarpeeton liikkuminen vaara-alueella noston aikana*. Jokaisen monivalinnan yhteyteen oli kokeilulistoissa mahdollisuus liittää kuvia ja tekstikommentteja. Lisäksi listat sisälsivät syötekentät tarkastuksen päivämäärää ja aikaa sekä kohteen sijaintia varten.

Työmaaolosuhteissa tarkastuslistoja täyttäessään tämän diplomityötutkimuksen tekijä pyrki määrittelemään lisävaatimuksia ja -ominaisuuksia sovellukselle muun muassa seuraavien kysymysten kautta:

- Miten tarkastusten suorittamista mobiilisovelluksella työmaaolosuhteissa saadaan nopeutettua ja helpotettua?
- Miten oikean tarkastuslistan löytämistä mobiilisovelluksella voidaan helpottaa ja nopeuttaa?
- Miten käyttäjäsyötteiden tekemisestä mobiilisovelluksella voidaan tehdä nopeampaa ja vaivattomampaa?
- Miten mobiilisovelluksen käyttöliittymästä voidaan tehdä selkeämpi käyttäjävirheiden minimoimiseksi?
- Miten sovelluksen avulla voidaan helpottaa valvojan päätöksentekoa olosuhteiden määräystenmukaisuuden arvioinnissa?

Työmaakokeilujen lisäksi diplomityön tekijä haastatteli kohdeorganisaation valvojia käyttäjävaatimusten selvittämiseksi. Valvojien työnkuvan ja osaamisen arveltiin asettavan työkalulle käyttäjävaatimuksia, jotka pelkissä diplomityön tekijän suorittamissa kokeiluissa eivät nouse esiin. Haastateltavilta haluttiin erityisesti selvittää, mistä syistä työkalun käyttöönotto voisi epäonnistua ja millainen sovelluksen tulisi olla, jotta sen käyttö

työmaaolosuhteissa onnistuisi. Vaatimusmäärittelyä koskevat haastattelut toteutettiin valvonnan nykytilaa käsittelevien haastattelujen yhteydessä; yhteensä haastateltiin neljää valvojaa. Haastattelurunko on esitetty liitteessä 1 ja se toimitettiin haastateltaville sähköpostitse ennen haastattelujen toteuttamista. Osan haastatteluista yhteydessä myös esiteltiin valvojille työkalusta julkaistua MVP-versiota tablet- ja pöytätietokoneella.

Ketterässä kehityksessä vaatimusmäärittely toteutetaan tavallisesti suoralla kommunikoinnilla (Douglas 2016). Koekäytössä listatut ja valvojien haastattelujen pohjalta tämän diplomityön tekijän listaamat parannusehdotukset perusteluineen tuotiin esille ohjelmistokehitystyöryhmän kesken järjestetyissä tilannekatsauksissa. Tilannekatsauksissa niiden tarpeellisuudesta ja toteutettavuudesta keskusteltiin työryhmän jäsenten kesken. Ohjelmistokehityksen resurssien puitteissa toteutuskelpoiset vaatimukset lisättiin tuotteen työlistalle. Työkalua kehitettiin myös kohdeorganisaation muiden liiketoimintayksiköiden ja toimialojen, sekä asiakkaiden tarpeisiin. Koska vaatimusmäärittelyssä tulee keskittyä arvontuottoon (Gilb 2010), sijoitettiin tuotteen työlistalle ensisijaiseksi vaatimukset, jotka useat eri tahot nostivat esiin. Osa vaatimuksista lisättiin tuotteen toissijaiselle listalle, jonka sisältämiä ominaisuuksia otettiin mukaan ohjelmistokehitykseen, mikäli varsinaisen työlistan sisältämien ominaisuuksien kehittämisen jälkeen jäi aikaa.

3.5 Työkalun käytön viitekehityksen luominen

Valvojien, turvallisuuskoordinaattoreiden, kohdeorganisaation yksikköjohtajan ja Liikenneviraston edustajan haastattelujen pohjalta tämän diplomityön tekijä ideoi viitekehityksen valvontatyökalun käyttöä varten. Viitekehys kuvaa menettelyt turvallisuustiedon keräämistä, raportointia ja turvallisuuden valvonnan tulosten hyödyntämistä varten. Viitekehityksen ideointi aloitettiin jo tutkimuksen alkuvaiheessa ja sitä täydennettiin sekä muutettiin tutkimuksen edetessä.

Viitekehityksessä pyrittiin huomioimaan ongelmat, joita turvallisuuden valvontaan koettiin kohdeorganisaatiossa nykytila-analyysin perusteella liittyvän. Ideoinnissa otettiin huomioon myös tausta ja teoria -osuudessa esitelty aiempi tutkimustieto turvallisuuden valvonnasta ja turvallisuustarkastuksista.

3.6 Valvonnan tarkastuslistojen konstruointi

3.6.1 Listojen vaatimusmäärittely

Työkalua varten koostettavia valvontalistoja koskevaa vaatimusmäärittelyä varten tämän diplomityön tekijä haastatteli kohdeorganisaation valvojia. Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina yhdessä nykytila-analyysiin ja itse työkalun vaatimusmäärittelyyn liittyvien haastattelujen kanssa. Yhteensä haastateltiin neljää valvojaa. Haastatteluista kolme toteutettiin kasvotusten ja yksi Skypen välityksellä.

Haastatteluissa pyrittiin saamaan selville erityisesti listojen laajuutta, yksityiskohtaisuutta ja muita niiden käytettävyyttä koskevia vaatimuksia. Käytetty haastattelurunko on esitetty liitteessä 1. Listojen vaatimusmäärittelyssä huomiottiin lisäksi kohdeorganisaation yksiköjohtajan sekä Liikenneviraston edustajan ja turvallisuuskoordinaattoreiden haastattelussa esiin tulleet vaatimukset sekä työkalun käyttöä varten luotu viitekehys.

3.6.2 Listojen kokoaminen

RejCheckia varten laadittavien valvontalistojen konstruointi aloitettiin kokoamalla yhteen työturvallisuuteen liittyvä suomalainen lainsäädäntö sekä Liikenneviraston turvallisuuteen liittyvät ohjeet. Lainsäädäntöä etsittiin Finlex-tietokannasta ja Google-hakukoneella hakusanoin *rakentamisen turvallisuus*, *ratatyöturvallisuus*, *turvallisuuslainsäädäntö*, *työturvallisuus*, *työsuojelu*, *kemikaaliturvallisuus*, *tulityön turvallisuus*, *nostotyön turvallisuus*, *työkoneiden turvallisuus*. Liikenneviraston ohjeet olivat saatavilla kootusti Liikenneviraston kotisivuilta. Lait ja ohjeet koottiin taulukkoon. Lainsäädännön ja ohjeiden kokoamisen jälkeen aloitettiin niiden edellyttämien turvallisuusvaatimusten listaaminen. Vaatimukset koottiin jokaisen lain, asetuksen ja ohjeen osalta erikseen.

Koottu turvallisuusvaatimustaulukko sisälsi kohteita, jotka esiintyivät useassa eri laissa, asetuksessa tai ohjeessa. Useaan otteeseen esiintyvistä turvallisuusvaatimuksista poistettiin ylimääräiset kohteet. Lisäksi taulukosta poistettiin kohteet, joiden arvioitiin olevan mahdottomia tai erittäin vaikeita valvottavia ottaen huomioon työmaavalvojan työn luonne. Jäljelle jääneistä tarkastuskohteista koostettiin listoille asetettujen vaatimusten mukaisia tarkastuslistoja Excel-ohjelmistolla. Excel-taulukkojen pohjalta laadittiin tarkastuslistat RejCheck-sovelluksen työpöytäversiolla.

3.7 Verifiointi ja validointi

Vaatimusmäärittelyssä ohjelmistotyöryhmälle esiteltyjä lisävaatimuksia ei tämän tutkimuksen aikana suurilta osin ehditty toteuttaa. Valmiin työkalun verifiointi ja validointi ei siis tämän tutkimuksen puitteissa ollut mahdollista. Laajamittaista pilotointia ei ollut tästä syystä myöskään mahdollista toteuttaa.

Työkalun senhetkisen version ja työkalua varten luotujen listojen validoimiseksi tämän diplomityön tekijä kokeili työkalua ja yhtä luoduista listoista työmaaolosuhteissa. Kokeilujen perusteella listan mukaisen tarkastuksen suorittamista verrattiin valvojien asettamiin vaatimuksiin. Työkalun ja sen käyttöä varten luodun viitekehyksen toimivuutta arvioitiin myös esittelemällä työkalua ja valmiita tarkastuslistoja valvojille. Työkalu ja laadittuja listoja annettiin lisäksi kokeiltavaksi yhdelle valvojalle, joka ei osallistunut vaatimusmäärittelyä koskeviin haastatteluihin. Valvojia pyydettiin antamaan palautetta työkalun ja listojen käytettävyyteen sekä toimivuuteen liittyen.

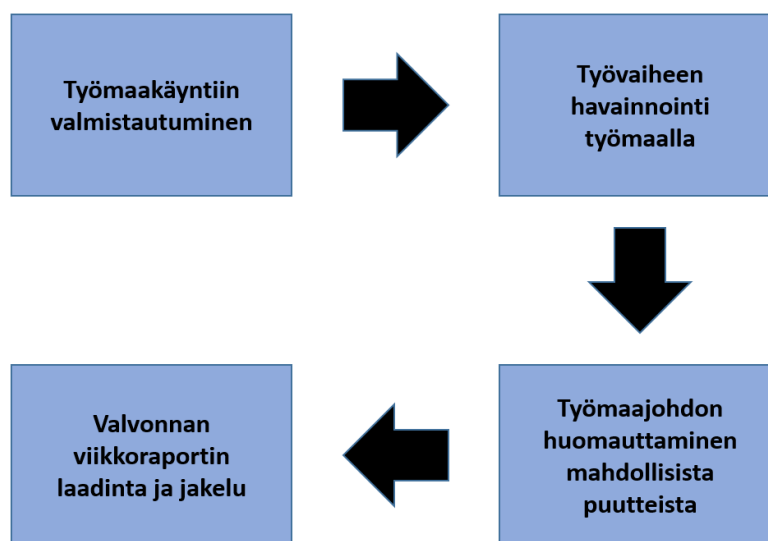
4. TULOKSET

4.1 Nykytila-analyysi

4.1.1 Turvallisuuden valvonnan nykytila kohdeorganisaatiossa

Valvonnan nykytila-analyysivaiheessa toteutettujen haastattelujen ja havainnoinnin tulokset esitellään tässä alaluvussa teemoittain. Teemoja ovat (1) työmaalla tapahtuvan valvonnan nykykäytännöt yleisesti, (2) valvojien raportointikäytännöt, (3) valvojan ja turvallisuuskoordinaattorin yhteistyö turvallisuusasioissa sekä (4) turvallisuuden valvon- nassa koetut ongelmat. Sähköratavalvonta (5) esitellään omana kokonaisuutenaan, sillä kohdeorganisaatiossa sähköratavalvojen työnkuva osoittautui merkittävästi erilaiseksi kuin kohde- eli maanrakennusvalvojen.

Kohdeorganisaatiossa työmailla tapahtuva valvonta noudatti yleistäen kuvan 12 mukaista prosessia.



Kuva 12. Valvonta työmailla

Turvallisuusasiat olivat yksi osa yllä olevan kuvan 12 mukaista työmaavalvontaa. Valvo- jien käytännöt kuitenkin vaihtelivat hankkeittain ja valvojakohtaisesti, eivätkä kaikki val- vojat noudattaneet yllä olevan mallin mukaista prosessia varsinkaan lyhytkestoisissa hankkeissa.

1. Valvonnan nykykäytännöt kohdeorganisaatiossa yleisesti

Havainnoitujen työmaakäyntien aikana työmaiden maanrakennusvalvojat kiinnittivät huomiota meneillään olevaan työvaiheeseen ja työn etenemiseen liittyviin seikkoihin.

Haastattelujen mukaan osalla valvojista oli valvottavanaan vain yksi työmaa, jossa he olivat paikalla lähes aina työn ollessa käynnissä. Osalla valvojista puolestaan oli valvottavanaan useita pienempiä ja lyhytkestoisempia työmaita, jotka saattoivat sijaita ympäri Suomea. Tällöin valvojat pyrkivät olemaan työmaalla kriittisten työvaiheiden; kuten vaihteiden vaihdon tai routalevyjen asennuksen aikana. Ennen työmaalle menoa valvojat saattoivat kerrata käynnissä olevaa työvaihetta koskevat keskeiset ohjeet ja muut säännökset. Valvojien työnkuva kohdeorganisaatiossa koostui työmaakäyntien lisäksi muun muassa osallistumisesta työmaakokouksiin ja urakoitsijoiden laatimien suunnitelmien tarkastamisesta.

Tutkimuksen aikana havainnoitujen työmaakäyntien kesto yksittäisessä työkohteessa vaihteli 15 minuutin ja kokonaisen työvuoron välillä riippuen kohdetyömaan koosta ja meneillään olevasta työvaiheesta. Joissain tapauksissa maanrakennusvalvojat kävivät tarkastamassa työn jäljen vasta työn suorittamisen jälkeen. Tutkimuksen aikana havainnoitujen työmaakäyntien aikana valvojat ottivat tavallisesti valokuvia meneillään olevan työvaiheen suorittamisesta. Yksi valvojista laati työmaakäynnin aikana myös kirjallisia muistiinpanoja työvaiheen suorittamiseen liittyvistä havainnoista paperisesti. Työmaakäyntien aikana valvojat keskustelivat työn etenemisestä työmaajohtoon kanssa ja huomauttivat mahdollisista laatupuutteista. Eräs valvojista totesi, että työmaajohtoa joutuu tavallisesti huomauttamaan samoista asioista monta kertaa, ennen kuin korjaavia toimenpiteitä suoritetaan.

Työmaakäynneillä valvojat eivät käyneet järjestelmällisesti läpi ennalta määrättyjä turvallisuuden liittyviä tarkastuskohteita. Turvallisuuspuutteet huomioitiin, mikäli niitä ilmeni työmaavalvonnan muiden osa-alueiden ohessa. Tavallisesti työmaakäynneillä kiinnitettiin huomiota 'vuosien varrella' tärkeiksi koettuihin turvallisuusasioihin. Yksi haastatelluista valvojista mainitsi lisäksi, että samoilla urakoitsijoilla toistuvat tavallisesti samat puutteet eri urakoissa ja hankkeissa, joten yleensä on helppo tietää, mihin kannattaa kiinnittää huomiota. Keskeisimpänä turvallisuuden osa-alueena kaikki haastatellut maanrakennusvalvojat mainitsivat rautatieturvallisuuden. Valvojien haastattelujen mukaan havaittuihin turvallisuuspuutteisiin reagoidaan huomauttamalla suoraan asianosaista työntekijää ja urakoitsijan työnjohtoa. Kuitenkaan havainnoitujen työmaakäyntien aikana valvojat eivät puuttuneet työturvallisuuspuutteisiin, kuten puutteisiin kypärän käytössä, vaikka sellaisia työmaalla esiintyi. Mikäli valvojat havaitsivat merkittäviä turvallisuutta vaarantavia tilanteita tai olosuhteita työmaalla, edellyttivät he urakoitsijalta poikkeamaporttia tapahtuneesta. Turvallisuuspoikkeamat käytiin läpi kuukausittaisissa työmaakokouksissa.

Haastatelluilla valvojilla oli käytössään erinäisiä vaihtelevia käytäntöjä turvallisuuden valvonnassa. Yksi haastatelluista valvojista kertoi pitävänsä erityisiä turvallisuuden teemapäiviä pitkäaikaisissa työmaissa. Teemapäivän aikana kyseinen valvoja kävi läpi esimerkiksi urakoitsijan turvallisuuden liittyvät dokumentit, kuten työkoneiden tarkastus-

pöytäkirjat ja henkilöluettelon. Teemapäiviä hän kertoi pitävänsä tavallisesti kahden-kolmen viikon välein. Turvallisuuteen liittyvistä tarkastuksista kyseisellä valvojalla ei ollut tapana laatia dokumentaatiota, eikä tarkastuslistoja ollut käytössä turvallisuuden valvontaa varten. Eräällä haastatelluista valvojista oli puolestaan tapana pitää urakoitsijan kanssa viikoittainen tilannekatsaus työmaalla. Tilannekatsauksen yhteydessä valvoja ja urakoitsijan edustaja toteuttivat myös työmaakatselmuksen. Tilannekatsauksessa läpikäytäviä asioita olivat esimerkiksi tulevat työvaiheet, työn edistyminen ja työturvallisuus. Katsauksessa läpikäydyistä asioista laadittiin muistio. Tilannekatsausten pitäminen oli kohdeorganisaatiossa tarkoitus ottaa vakiokäytännöksi kaikille työmaavalvojille.

2. Valvojen raportointikäytännöt

Osa kohdeorganisaation valvojista laati työmaakäyntien havainnoista jälkikäteen raportin, joka oli tavallisesti viikoittainen. Tavallista oli, että viikkoraportteja laadittiin pidempiaikaisista, useita kuukausia kestävästä hankkeista. Pienemmistä urakoista raportteja ei yleensä laadittu. Mikäli valvottavalla työmaalla oli vähäisesti tapahtumia, saatettiin raportteja laatia kahden-kolmen viikon välein. Raportteja laadittiin ensisijaisesti tilaajaa, eli Liikennevirastoa varten. Tilaajan haluttiin saavan viikkotasolla tietoa työmaan tilanteesta. Valvontaraportit jaettiin myös kohdeorganisaation rakennuttajalle, projektipäällikölle, turvallisuuskoordinaattorille ja muille hankkeessa mukana oleville kohdeorganisaation henkilöille. Urakoitsijat eivät olleet mukana viikkoraporttien jakelussa.

Tutkimuksen aikana tarkastellut valvonnan viikkoraportit sisälsivät ensimmäisenä osion, johon oli kirjattu urakan nimi, kohteen sijainti, valvonnan ajankohta ja valvottavan urakoitsijan nimi. Seuraavana valvontaraporteissa oli Työturvallisuus-osio, joka tarkastelluissa raporteissa sisälsi kahdesta neljään kirjausta, kuten ”suojavarusteet ja suojavälineet määräysten mukaiset” tai ”työmaan yleinen turvallisuus määräysten mukainen”. Yhteenkään tarkastelluista raporteista ei oltu kirjattu havaintoja turvallisuuspuutteista. Myös valvojen haastatteluissa kävi ilmi, että ’ei-vakavia’ turvallisuushavaintoja tai poikkeamia ei tavallisesti kirjattu valvontaraportteihin, vaan niistä ainoastaan huomautettiin urakoitsijaa tai muuta asianosaista henkilöä työmaalla. Eräs haastatelluista valvojista totesikin, että turvallisuustyötä kyllä tehdään valvonnassa jatkuvasti, mutta se ei välttämättä käy ilmi valvontaraporteista. Mikäli työmaalla oli sattunut tapaturma tai muu merkittävä turvallisuuspoikkeama, sisälsi raportti lyhyen kuvauksen tapauksesta. Työturvallisuus-osiota raporteissa seurasi Laatuasiat-osio, Työmaatilanne-osio ja Muut asiat -osio. Tarkastellut raportit sisälsivät kirjausten lisäksi 2-7 kappaletta kuvia meneillään olevista työvaiheista tai muista oleellisista työmaata koskevista asioista. Viimeisenä raporteissa oli työmaavalvojan yhteystiedot. Viikkoraporttien jakelu tapahtui sähköpostitse.

3. Valvojan ja turvallisuuskoordinaattorin roolit ja yhteistyö turvallisuusasioissa

Kohdeorganisaation työmaavalvojat viettivät työmailla runsaasti aikaa ja kiinnittävät huomiota työmenetelmä-, laatu-, aikataulu ja turvallisuusasioihin. Turvallisuusasioissa

valvojat tavallisesti kiinnittivät huomiota käytännön työn suorittamiseen liittyviin asioihin, kuten henkilönsuojainten käyttöön. Turvallisuuteen liittyvien suunnitelmien osalta kohdeorganisaatiossa valvojan tehtäviin kuuluivat työvaihe- ja rautatieliikenneturvallisuussuunnitelmien tarkastaminen ja niiden riittävyys toteaminen. Turvallisuuskoordinaattorin vastuulle kohdeorganisaatiossa puolestaan kuuluivat muiden turvallisuusedokumenttien, kuten urakoitsijoiden turvallisuus- ja riskienhallintasuunnitelmien, tarkastaminen. Turvallisuuskoordinaattorin vastasi urakoitsijan turvallisuusjohtamisen valvonnasta työmaa- tai urakkatasolla. Turvallisuuskoordinaattorien tehtäviin kuului myös turvallisuuskokousten pitäminen urakoitsijoiden kanssa. Turvallisuuskoordinaattorit kävivät työmailla valvojia harvemmin ja katselmoivat työmaan tavallisesti työmaakokousten yhteydessä. Haastatellut turvallisuuskoordinaattorit kertoivat käyvänsä työmaalla noin kerran kuussa riippuen työmaan sijainnista ja kestosta. Toinen haastatelluista turvallisuuskoordinaattoreista totesi työmaakäyntien määrän riippuvan myös siitä, kuka työmaalla on urakoitsijana.

Eräs tutkimuksen aikana haastatelluista valvojista totesi, että erilaisten työnkuvien takia urakoitsija- ja työmaakohtainen turvallisuusasioista suoriutuminen näyttäytyy valvojalle ja turvallisuuskoordinaattorille eri tavalla. Hänen mukaansa suuremmissa yrityksissä usein osataan tuottaa laadukkaita turvallisuusedokumentteja, mutta käytännön työn toteutus voi olla laadukkaampaa pienemmillä urakoitsijoilla. Yksi valvojista sanoi haastattelussa, että turvallisuuskoordinaattoreilla ei yleensä ole todenmukaista mielikuvaa 'arkirakentamisesta'. Keskeisenä yhteistyön muotona valvojat kertoivat satunnaisesti soittavansa turvallisuuskoordinaattorille, mikäli eivät ole varmoja jostain turvallisuuteen liittyvästä asiasta työmaalla. Eräs haastatelluista valvojista kertoi myös joskus osallistuvansa turvallisuuskoordinaattorin kanssa MVR-kontrollimittauksiin.

Haastateltujen turvallisuuskoordinaattoreiden mukaan valvojan tulisi olla 'turvallisuushenkilö työmaalla'. Turvallisuuskoordinaattorin tehtäviin koettiin kuuluvan pääosin urakoitsijoiden turvallisuuteen liittyvän dokumentoinnin tarkastaminen, kun taas valvojalle käytännön turvallisuusasioiden toteutuminen työmaaympäristössä. Haastatellut turvallisuuskoordinaattorit kokivat kuitenkin, että tämä vastuujaako ei organisaatiossa kaikilta osin toteutunut. Kun valvojilta haastatteluissa kysyttiin, olisivatko he jatkossa valmiita tekemään työmailla erillisiä turvallisuustarkastuksia, suhtautuminen oli myönteistä. Eräs valvojista totesi haastattelussa, että turvallisuustarkastusten tekeminen toisi lisämielenkiintoa valvojan työhön ja ehkäisisi työhön turtumista.

4. Koetut ongelmat turvallisuuden valvonnassa

Keskeisimpiä turvallisuuden valvontaa koskevia ongelmia kuvaavat seuraavat valvojien ja turvallisuuskoordinaattoreiden haastatteluissa antamat vastaukset:

"Selkeä ja Liikenneviraston ohje eivät sovi samaan lauseeseen."

"Jos ei heti kirjaa havaintoja muistiin, ne unohtuvat seuraavana päivänä"

”Ikinä ei olla käyty läpi sitä, miten suuri panostus turvallisuuden valvontaan tulisi olla työmaavalvonnassa.”

”Yrityksen sisällä on eri käytännöt eri hankkeissa. Myös eri puolilla Suomea on eri käytännöt.”

”(Työmaavalvonnasta) Puuttuu toiminnan perusteet; ohjeistukset, käytännöt, työkalut, koulutus, pätevyys- ja osaamisvaatimukset.”

Yhtenä keskeisenä ongelmana turvallisuuden valvonnassa haastatellut valvojat pitivät turvallisuusvaatimusten moninaisuutta ja Liikenneviraston turvallisuusohjeiden jatkuvaa muuttumista. Valvojien mukaan Liikenneviraston ohjeissa oli lisäksi keskinäisiä ristiriitaisuuksia. Yhtä lukuun ottamatta kaikki haastatellut valvojat olivat sitä mieltä, että tiedonkulku ohjeiden muuttuessa ei ole riittävää. Kaikki haastatelluista valvojista totesivat, että kohdeorganisaation sisältä ei olla ilmaistu toiveita, odotuksia tai tavoitteita turvallisuuden valvonnan suhteen. Valvojien mukaan myös Liikenneviraston toiveet valvonnan suhteen vaihtelevat sen mukaan, kuka on valvottavan hankkeen projektipäällikkönä. Valvojille ei ollut selvää, kuinka suuren osan työmaavalvonnasta tulisi kohdistua turvallisuuden valvontaan. Eräs haastateltu valvoja ehdotti, että kohdeorganisaatiossa voitaisiin pitää ’turvallisuuden teemapäiviä’. Teemapäivänä kohdeorganisaation turvallisuusasiantuntijat esittelisivät valvojille keskeiset uudet ohjemuutokset ja turvallisuuden valvontaa koskevat toiveensa.

Toisena keskeisenä ongelmana työmaavalvonnassa esiin nousi havaintojen taltiointi, jota varten kohdeorganisaatiossa ei ollut käytössä työkaluja. Valvojat kirjasivat työmaalla tehdyt havainnot vasta työmaalta lähdettyään, jolloin niiden muistaminen tuotti ongelmia. Myös valvontaraporttien kirjaaminen käsin työmaakäyntien jälkeen vei runsaasti työaika kohdeorganisaation valvojilta. Osa kohdeorganisaation valvojista ei laatinut viikoittaisia valvontaraportteja lainkaan.

Valvojien mukaan urakoitsijoiden turvallisuuskäyttäytyminen tavallisesti muuttuu, kun valvoja saapuu työmaalle. Erään haastatellun valvojan mukaan työmaasta ei saa todennukaista kuvaa, jos valvoja on siellä jatkuvasti. Sen sijaan ”jos käydään pistemäisesti katsomassa, nähdään, mitä todellisuus on”. Valvojan kommenttia vahvistivat havainnoidut työmaakäynnit, joiden aikana urakoitsijat saattoivat esimerkiksi laittaa kypärän päähänsä, kun huomasivat valvojan lähestyvän työkohdetta.

Myös kohdeorganisaation turvallisuuskoordinaattorien haastattelussa nousi esiin turvallisuuden valvontaa koskevia ongelmia. Keskeinen koettu ongelma oli yhtenäisten valvontakäytäntöjen, työkalujen, koulutuksen ja ohjeistuksen puuttuminen turvallisuuden osalta. Valvojilta koettiin puuttuvan yhtenäinen toimintakulttuuri. Muut koetut ongelmat liittyivät valvojien turvallisuusraportointiin sekä yhteistyöhön ja tiedonkulkuun työmaavalvojien ja turvallisuuskoordinaattorin välillä. Toinen haastatelluista turvallisuuskoordinaattoreista totesi, että yhteistyötä valvojan kanssa ei hankkeiden aikana ole juuri ollenkaan.

Hän totesi, että edes kysymällä on vaikea saada tietoa työmaalla tapahtuneista poikkeamista ja muista turvallisuustapahtumista. Turvallisuustiedon saamista vaikeutti molempien haastateltujen turvallisuuskoordinaattorien mukaan myös se, että kaikki valvojat eivät laadi valvontaraportteja työmaasta. Laadittujenkin raporttien koettiin olevan puutteellisia ja niistä saatavan tiedon vähäistä. Turvallisuuskoordinaattorit kokivat, että valvojien osaaminen ja motivaatio turvallisuuden valvonnassa ei ollut riittävää. Toinen haastatelluista turvallisuuskoordinaattoreista arvioi, että valvojat eivät halua puuttua herkästi turvallisuuspuutteisiin, sillä he viettävät työmaalla paljon aikaa ja haluavat säilyttää hyvät suhteet urakoitsijoihin. Valvojien hän arvioi myös 'sokeutuvan' työmaalleen, jolloin puutteiden havainnoinnista tulee entistä vaikeampaa. Näistä syistä turvallisuuskoordinaattorit kokivat tarpeelliseksi toteuttaa myös itse turvallisuuskatselmuksia työmailla.

5. Sähköratavalvonta kohdeorganisaatiossa

Kohdeorganisaatiossa maanrakennusvalvojien ja sähköratavalvojien työnkuvat ja valvontakäytännöt erosivat toisistaan. Kohdeorganisaatiossa työskenteli kolme sähköratavalvojaa. Haastateltu sähköratavalvoja kuvasi työtään enemmän 'asiantuntijatyöksi' kuin 'varsinaiseksi työmaavalvonnaksi'. Sähköratavalvojilla saattoi olla valvottavanaan kymmeniä eri työkohteita ympäri Suomea. Sähköratavalvoja totesi työnsä olevan pääsääntöisesti neuvontaa ja ongelmanratkaisua. Usein heille soitettiin ongelmatapauksissa, jolloin ratkaisun löytämisellä on yleensä kiire. Työmaakäyntejä haastateltu sähköratavalvoja kertoi tekevänsä kiireen takia vähemmän kuin olisi tarpeen.

Yleensä työmaakäynneillä sähköratavalvoja kävi työvaiheen jälkeen tarkastamassa, että työ oli toteutettu suunnitelmien mukaisesti. Haastateltu sähköratavalvoja totesi, että resurssit eivät yleensä riitä paikalla olemiseen työn ollessa käynnissä. Mikäli kuitenkin työn ollessa käynnissä työmaakierroksia tehtiin, kiinnittivät sähköratavalvojat haastateltavan mukaan huomiota turvallisuuteen liittyviin epäkohtiin. Puuttumisen keinona haastateltu sähköratavalvoja mainitsi asianosaisen työntekijän sekä urakoitsijan työnjohdon huomauttamisen. Vakavissa puutteiden ilmetessä työ saatettiin myös joutua keskeyttämään. Keskeisimpinä huomioitavina turvallisuusasioina haastateltava piti muun muassa työmaadoitusten toteutumista, maadoitusvälineiden kuntoa ja työntekijöiden varustusta. Myös työmenetelmien turvallisuus kuului työmailla huomioitaviin asioihin.

Kuten haastatellut maanrakennusvalvojat, myös sähköratavalvoja koki ongelmaksi muuttuvat turvallisuusohjeet ja niiden mukanaan tuomat uudet vaatimukset. Haastateltu valvoja kertoi, että keskeinen tietolähde muuttuneisiin turvallisuusvaatimuksiin liittyen on hankkeiden työmaakokoukset, joissa turvallisuuskoordinaattori esittelee mahdollisia uudistuneita ohjeita. Sähköratavalvoja ilmaisi, että yhteenveto keskeisistä muutoksista Liikenneviraston turvallisuusohjeissa olisi hyödyllinen turvallisuuden valvonnan helpottamiseksi.

4.1.2 RejCheck-ohjelmistotyökalun nykytila

RejCheck oli kohdeorganisaatiossa kehitteillä oleva, tarkastuksissa ja valvonnassa hyödynnettävä ohjelmistotyökalu, jota oli mahdollista käyttää mobiili- ja selainpohjaisesti. Työkalu ei ollut Liikenneväylät-yksikössä varsinaisessa työkäytössä, mutta työkalusta oli julkaistu MVP-versio (Minimum Viable Product) kokeiluja ja parannusehdotusten määrittämistä varten. Työkalua kehitettiin kohdeorganisaation sisäisen käytön lisäksi myös markkinoitavaksi asiakasorganisaatioille. MVP-version mobiili- ja työpöytäsovellukset olivat englanninkielisiä.

Lomakkeiden luominen selainsovelluksessa

RejCheck-ohjelmiston MVP-versiossa tarkastuslistojen luominen ja julkaiseminen käytettäväksi, eli komissiointi, tapahtuivat selainpohjaisesti. Komissioinnin jälkeen listoja voitiin käyttää mobiililaitteilla tai selaimella. Tarkastus- ja valvontalistoja pääsivät tekemään ja komissioimaan henkilöt, joille on asetettu *superuser*- tai *admin* -oikeudet. *User*-oikeuden omaavat henkilöt pääsivät käyttämään valmiita listoja, mutta eivät voineet luoda uusia tarkastuslistoja. Lomakkeiden laatijat määrittivät käyttäjät, joille annettiin lomakkeiden käyttö- ja muokkausoikeudet. Työkalussa tarkastuksista käytettiin termiä *audit*, eli auditointi. Auditointilomakkeisiin oli mahdollista sisällyttää seuraavia elementtejä:

- *Multi line input*, usean tekstirivin mahdollistava syöte
- *Single line input*, yhden tekstirivin syöte
- *Number*, numerosyöte
- *Number slider*, liukuva numerosyöte
- *Date/Time*, päivämäärä ja aika. Syötteeseen oli mahdollista valita vain toinen tai molemmat
- *Geolocation*, paikkatiedot
- *Option list*, monivalintasyöte. Vaihtoehtoiset monivalintasyötteet olivat 'Yes/No/NA', 'valitse yksi vaihtoehto' tai 'valitse yksi tai useampi vaihtoehto'
- *Section*, sektio; kenttä

Elementtien lisääminen valvontalistaan tapahtui raahaamalla ne hiirellä listapohjan vieressä olevasta valikosta. Lista voitiin sisällyttää myös ehdollisia elementtejä, jotka aktivoituivat, kun tietty vaihtoehto valittiin monivalintaelementistä. Monivalintaelementit olivat joko vaadittuja tai vapaaehtoisia ja niiden yhteyteen voitiin liittää mahdollisuus lisätä kuvia ja tekstikommentteja. Elementtien yhteyteen valvontalistoihin voitiin lisätä myös valvontakierroksen tekijää varten tekstikommentteja, jotka voivat sisältää esimerkiksi tarkentavia tietoja tarkastettavan kohteen vaatimuksista. Elementit voitiin lisätä lomakkeelle pakollisina, pois lukien sijaintitiedot, jolloin niiden täyttäminen vaadittiin, jotta auditointikierroksen tekijä sai merkattua auditoinnin suoritetuksi. Syöte-elementtien

yhteyteen voitiin lisätä käyttäjälle mahdollisuus liittää kuvia ja tekstikommentteja Elementit oli lisäksi mahdollista jakaa osa-alueisiin, 'section', esimerkiksi tarkastelukohteen tai teeman mukaan.

Mobiilisovellus

RejCheckin mobiilisovelluksen aloitusnäkyvässä käyttäjällä oli mahdollista valita valikosta joko uusi auditointi (New Audit) tai käynnissä oleva, keskeneräinen auditointi (Active Audits). Käyttäjän valitessa uuden auditoinnin, tuli valikkoon näkyviin kaikki tarkastuslistat, joihin käyttäjälle oli annettu auditointioikeudet. Käyttäjän valitessa käynnissä olevat auditoinnit, ilmestyi valikkoon kaikki kyseisen käyttäjän aloittamat auditoinnit, joita ei oltu poistettu tai merkitty valmiiksi. Keskeneräiset auditoinnit –näkyvässä käyttäjällä oli myös mahdollisuus poistaa aloittamiaan keskeneräisiä auditointeja. Aloitusnäkyvässä käyttäjän oli lisäksi mahdollista tarkastella valmiita auditointeja sekä siirtyä asetukset-valikkoon.

Nielsenin (1993) käyttöliittymiä koskevien kymmenen säännön ensimmäinen heuristiikka on järjestelmän tilan näkyvyys. Käyttäjän tehdessä RejCheckilla uutta auditointia, olivat pakolliset syötekohdat merkitty tähdellä (*). Tilan näkyvyyden toteutumiseksi oli mobiililaitteen ruudun alareunassa pakollisten syötteiden täyttämisen edistymistä kuvaava palkki. Käyttäjän saatua auditoinnin valmiiksi, tuli hänen painaa lomakkeen alareunassa olevaa *Mark audit as completed* -painiketta. Mikäli auditointilomakkeessa oli vielä täyttämättömiä pakollisia syötekohtia, muuttuivat ne punareunuksisiksi. Käyttäjällä oli myös mahdollisuus keskeyttää auditointi painamalla *Pause audit* -painiketta, jolloin käyttäjän oli mahdollista jatkaa auditointia myöhemmin. Kun käyttäjä merkitsi auditoinnin valmiiksi, ei hänen enää ollut mahdollista päästä muokkaamaan kyseistä auditointia.

Mikäli käyttäjä halusi poistaa mobiilisovelluksella kirjaamansa kommentin tai tarkastukseen liittämänsä valokuvan painamalla syötekentän vieressä olevaa rastia, pyysi sovellus vielä varmistamaan poiston. Tämä vastaa McWherterin ja Gowellin (2012 s.94) näkemystä, jonka mukaan virhepainalluksien huomioiminen on oleellista mobiilisovellusten hyvälle käytettävyydelle. Myös käyttäjän merkitessä auditoinnin valmiiksi, pyysi sovellus käyttäjää varmistamaan valinnan.

Mobiilisovellusta oli mahdollista käyttää offline-tilassa, jolloin lomakkeet tallentuivat mobiililaitteelle. Yhteyden tullessa saataville tehtyt auditoinnin synkronoituivat palvelimelle. Mobiilisovelluksen asetukset-valikossa oli mahdollista valita synkronoinnin taajuus sekä aika, jonka jälkeen palvelimelle synkronoidut, valmiit auditoinnit poistetaan laitteesta. Valikossa oli myös mahdollista valita lomakkeen täytön aikana otettujen kuvien tallennus laitteen galleriaan.

Ferren et al. (2001) mukaan käytettävyys koostuu opittavuudesta, tehokkuudesta, muis-

rusteella sovelluksen käyttöliittymä oli yksinkertainen ja intuitiivisesti opittavissa. Tarkastusten tekemiseen tarvittavat perustoiminnot olivat sovelluksessa selkeitä. Sovelluksen käytön tehokkuutta heikensi tarkastuslistanäkymä, jossa kaikki listat, joihin käyttäjälle oli annettu oikeudet, oli listattu yhteen näkymään niiden luontijärjestyksessä. Tämän vuoksi oikean listan löytäminen vei sovelluksella aikaa. Myös kaikki suoritettut ja keskenäiset tarkastukset oli listattu yhteen niiden suoritusjärjestyksessä.

Tulostettavat raportit

Ohjelmiston työpöytäsovelluksella oli mahdollista tulostaa pdf-tiedostomuotoisia raportteja valmistuneista auditoinneista. Malli tulostettavasta raportista on esitetty liitteessä 5. Raportit olivat englanninkielisiä ja yläotsikkona niissä oli käytetyn auditointilomakkeen nimi. Yläotsikon jälkeen raportti sisälsi 'General'-osion, joka sisälsi pakollisen 'designator' -tekstikentän, auditoijan nimen, auditoinnin valmistumisajankohdan sekä käytetyn auditointilomakkeen nimen ja versiotiedot. Mikäli lomakkeeseen oli lisätty 'geolocation' -kenttä, sisälsi General-osio myös Google Mapsin tuottaman karttakuvan, sekä auditoinnin suorittamispaikan karttakoordinaatit. Myös lomakkeeseen sisällytetyt päivämäärä ja aikatieidot näkyivät general-osiossa.

General-osion jälkeen raportti sisälsi tarkastettujen kohteiden tiedot. Lomakkeeseen section-kenttiin lisätyt otsikot näkyivät raportissa suurina ja niiden alla oli listattuna allekkain lomakkeen sisältämät valvontakohteet ja niihin liittyvä valinta (esimerkiksi kunnossa/ei kunnossa). Mikäli lomakkeelle oli liitetty kuvia, näkyivät ne raportissa sen tarkastuskohteen alapuolella, johon ne oli liitetty auditoidessa.

Analytiikka

Visuaaliseen analytiikkaan soveltuvan Tableau-ohjelmiston käyttöönotto oli ollut suunnitteilla yrityksessä, mutta käyttöönottoon tarvittavan resursoinnin saaminen oli epäselvää. RejCheck-raporteista sai tulostettua CSV-version (pilkulla erotetut arvot), jota oli mahdollista hyödyntää datan analysointiin ja visualisointiin esimerkiksi taulukkolaskentaohjelmistoilla. Ohjelmistossa voitiin määritellä lomake ja aikaväli, jonka aikana tehdystä auditoinneista CSV-tiedosto tulostettiin.

4.2 Työkalua ja sen käyttöä koskevat vaatimukset

Seuraavaksi esitellään vaatimusmäärittelyn tulokset. Vaatimusmäärittely koski itse ohjelmistotyökalua sekä sen käyttöä. Vaatimusmäärittelyn tulokset sisältävät kohdeorganisaation yksikköjohtajan, Liikenneviraston projektipäällikön, kohdeorganisaatiossa toimivien turvallisuuskoordinaattorien ja valvojien asettamat vaatimukset. Tulokset sisältävät myös kokeilujen perusteella määritellyt käyttäjävaatimukset.

Keskeisiä vaatimuksia olivat muun muassa mahdollisuus taltioida työkalua käyttäen havaintoja riittävällä tarkkuudella, turvallisuushavaintojen liittäminen valvonnan viikkoraportteihin ja hankekohtaisten yhteenvetoraporttien koostaminen. Työkalun avulla valvojien tuli erityisesti valvoa kriittisten ja vaarallisten työvaiheiden turvallista toteuttamista. Työkalun tuli olla selkeä, yksinkertainen ja nopea käyttää.

4.2.1 Työkalun tarkoitus ja yksikköjohtoon asettamat vaatimukset

Kohdeorganisaation Liikenneväylät-yksikön johtajan mukaan työkalun käyttöönoton ensisijaisena tarkoituksena oli 'sisäisen tekemisen laadun parantaminen'. Työkalun käyttöönoton myötä työmailla tapahtuvaa turvallisuuden valvontaa tuli voida ohjata ja järjestelmällistää. Tutkimuksen toteutushetkellä vaihtelevia käytäntöjä turvallisuuden valvonassa saatiin yksikköjohtajan mukaan yhtenäistettyä luomalla etukäteen listat työmaalla tarkastettavista kohteista. Yksikköjohtajan näkemyksen mukaan listoja tuli olla rakentamisen teknistä valvontaa ja turvallisuusasioiden valvontaa varten.

Yksikköjohtajan mukaan tietoa työkalulla tuli tuottaa kohdeorganisaation sisäiseen käyttöön, rakennushanketta tai -projektia sekä asiakasorganisaatiota, eli Liikennevirastoa varten. Sisäisessä käytössä ja rakennushankkeita varten työkalun avulla tuli pystyä taltioimaan valvonnassa tehdyt turvallisuushavainnot riittävällä tarkkuudella, jotta ne voidaan käsitellä urakoitsijan kanssa työmaakokouksissa tai palautekeskusteluissa. Havaintojen ja puutteiden tarkka kuvaaminen oli liiketoimintayksikön johtajan mukaan keskeisempää, kuin vertailukelpoisten turvallisuustason mittareiden tuottaminen. Työkalulla oli lopulta tarkoitus mahdollisesti korvata kokonaan valvonnan viikkoraporttien laadinta. Varsinaisia työkalun opittavuuteen tai yksittäisen tarkastuslistan täydentämiseen käytettävään aikaan liittyviä vaatimuksia yksikköjohtaja ei asettanut.

4.2.2 Liikenneviraston projektipäällikön asettamat vaatimukset

Haastatellun Liikenneviraston projektipäällikön mukaan valvojan päätehtävä hankkeiden aikana oli rakentamisen laadun valvonta. Hänen mukaansa valvojan työhön kuului kuitenkin turvallisuussuunnitelmien edellyttämien toimenpiteiden toteutumisen valvonta työmailla. Laatu- ja turvallisuusasioiden haastateltava totesi kulkevan käsi kädessä. Turvallisuuskoordinaattorin rooli oli haastateltavan mukaan valvojienkin työn kannalta keskeinen, koordinaattorin toimiessa tietolähteenä ja ohjaajana valvojien turvallisuustyössä. Haastateltava koki keskeisimpänä turvallisuuden valvontaan liittyvänä ongelmana sen, että valvojat eivät viettäneet työmailla tarpeeksi aikaa.

Valvojalla tulisi haastateltavan mukaan olla ennen työmaalle menoa laadittuna tarkastuslista, joka sisältää keskeiset huomioitavat asiat kustakin työvaiheesta. Mikäli valvoja suorittaa myös turvallisuuteen liittyviä tarkastuskierroksia, ei turvallisuuskoordinaattoreiden

haastateltavan mukaan tarvitse käydä työmaalla niin usein. Haastatellun mukaan turvallisuuden on oltava työmailla jatkuvasti esillä, jotta nykytilanteen riittävyys ei 'tuudittauduta liikaa'. Valvonnan keskeiset turvallisuushavainnot tuli haastateltavan mukaan käsitellä urakoitsijan kanssa työmaakokousten yhteydessä.

Haastateltavan mukaan erillistä viikoittaista turvallisuusraporttia ei hankkeista tarvita. Sen sijaan turvallisuusvalvonnan tulokset tulee liittää valvonnan viikkoraportteihin. Viikkoraporteissa huomioitua turvallisuuden tarkastuskohteet tulee kuvata riittävän tarkasti, eikä pelkkä maininta suorituksesta riitä. Viikkoraporteissa tulee olla kuvaus siitä, mitä asioita on tarkastettu ja mitkä asiat ovat olleet kunnossa. Tarkastusten tulee kohdistua erityisesti tiettyihin kriittisiin työvaiheisiin, kuten vaihteiden vaihtoihin, kaivutyöhön sekä nostoihin. Muita haastateltavan mainitsemia keskeisiä valvottavia asioita ovat muun muassa putoamissuojaus, työkoneiden turvallisuus, työntekijöiden varustus ja rakennusmateriaalien turvallinen käsittely.

Haastateltu projektipäällikkö piti tarpeellisena, että valvonnan tuloksista koostetaan hankkekohtainen turvallisuuden yhteenvetoraportti. Raportissa tulee olla puutehavaintoihin liittyviä valokuvia ja tekstikommentteja, jotta havainnoista voidaan jatkossa oppia. Raportissa kuvattavia asioita ovat valvojan havaintojen lisäksi esimerkiksi turvallisuuskoordinaattorin suorittamien MVR-mittausten tulokset ja läheltä piti -tilanteet sekä tapaturmataajuus.

4.2.3 Turvallisuuskoordinaattorien asettamat vaatimukset

Kohdeorganisaatiossa toimivien turvallisuuskoordinaattorien mukaan työkalua käyttäen tuli erityisesti valvoa vaarallisia ja kriittisiä työvaiheita. Tällaisia työvaiheita ovat esimerkiksi purkutyöt, vaativat nostot, henkilönostot ja tulityöt, sekä muut VNa:ssa 205/2009 tarkoitetut vaaralliset työt. Työkalun avulla tuli myös pystyä valvomaan tiettyjä keskeisiä asioita, kuten työkoneiden turvallisuutta, turvamiesmenettelyn vaatimustenmukaisuutta ja työmaan turvallisuusdokumentteja.

Työkalun avulla tuli valvojalla turvallisuuskoordinaattorien mukaan olla mahdollisuus kuvata havaitut puutteet riittävän tarkasti, jotta korjaavien toimenpiteiden toteutumisen seuranta olisi mahdollista. Työkalun avulla valvojille tuli luoda 'selkeä sapluuna' tarkastettavista kohteista työmailla, sillä jokaista turvallisuuskohdetta ei ollut järkevää tarkastaa jokaisella työmaakäynnillä. Työkalun avulla tuli tuottaa viikoittain raportti, josta käy selvästi ilmi, mitä asioita on tarkastettu. Valvojan haluttiin myös pystyvän työkalun avulla toteuttaman MVR-mittaus.

4.2.4 Ohjelmistotyökalun käyttäjä- ja käytettävyyksivaatimukset

Valvojat kuvasivat työkalun vaatimuksia haastatteluissa seuraavasti:

”Sen pitää olla yksinkertainen ja kevyt.”

”Mielellään sovelluksen tulisi olla nopea, jotta sovelluksella ei tarvitse alkaa kirjoittaa luonnossa tekstiä.”

”Käyttöönotto epäonnistuu, jos sovelluksen käyttö on kankeaa tai pakkopullaa.”

Organisaatiossa työskentelevillä työmaavalvojilla oli vaihtelevat taidot IT- ja mobiilisovellusten käytössä ja osa valvojista omasi vähäisesti kokemusta niihin liittyen. Valvojien haastatteluissa korostui tarve tehdä sovelluksesta yksinkertainen ja helposti käytettävä. Myös valvojien englannin kielen taidot olivat vaihtelevat, joten sovellukseen tuli saada mahdollisuus vaihtaa käyttöliittymän kieleksi suomi. Valvojat kokivat ennen sovelluksen käyttöönottoa ongelmalliseksi valvontaraporttien kirjaamisen työmaakäyntien jälkeen, jolloin suuri osa tehdyistä havainnoista oli jo unohtunut. Tästä syystä työkalun käytön tuli olla vaivatonta työmaaympäristössä samalla, kun havaintoja tehdään. Joycen et al. (2015) mukaan mobiilityökalujen käytettävyydessä tulee erityisesti huomioida käyttäjäsyötteiden tuottamiseen liittyvät tekijät, kuten laitteen pieni koko. Työmaaolosuhteissa tilanteet muuttuvat nopeasti ja työ voi olla nopeatempoista, joten käyttäjäsyötteiden tuottamisen mobiilisovelluksen avulla tuli olla nopeaa. Ratkaisuksi käyttäjäsyötteiden tuottamisen nopeuttamiseksi sovellukselle asetettiin vaatimus sanelutoiminnosta. Sanelutoiminnon lisäksi sovellukseen haluttiin mahdollisuus tehdä merkintöjä tarkastuksen yhteydessä otettuihin kuviin, jotta liialliselta kommenttien kirjoittamiselta työmaaolosuhteissa vältytään. Lisäksi valvojat kokivat tärkeäksi, että oikea tarkastuslomake oli löydettävissä sovelluksella nopeasti. Oikean lomakkeen löytämiseksi haluttiin sovellukseen työmaakohtainen kalenterinäköymä, josta suunnitellut tarkastukset löytyvät vaivattomasti. Nielsenin (1993) viides sääntö on *virheiden ehkäisy*. Työkalussa oli valmiiksi ominaisuutena varmistuspyyntö, mikäli käyttäjä haluaa poistaa kommentin tai lopettaa käynnissä olevan tarkastuksen. Käyttäjäsyötteistä johtuvien virheiden ehkäisemiseksi esitettiin työkalulle lisäksi vaatimus listoihin liitettävästä värikoodauksesta. Värien avulla voidaan kiinnittää käyttäjän huomio tärkeisiin yksityiskohtiin ja vähentää tulkintavirheitä (Sinkkonen et al. 2006 s. 127). Esimerkiksi käyttäjän valitessa ’ei kunnossa’ -valinnan, muuttuu monivalintapainike punaiseksi.

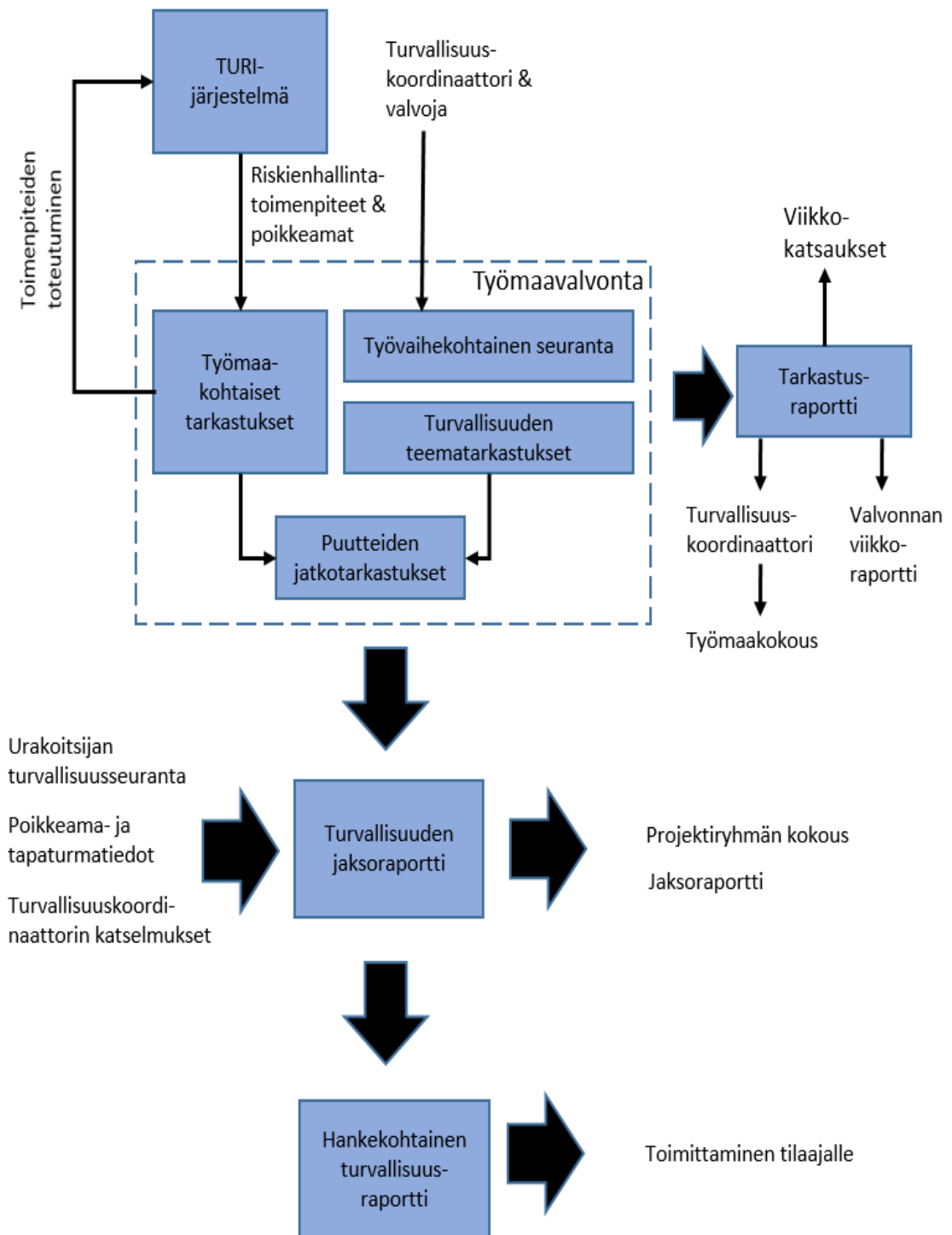
Valvojat eivät kohdeorganisaatiossa olleet turvallisuuden asiantuntijoita. He kokivat nopeasti muuttuvan lainsäädännön ja Liikenneviraston ohjeistuksen sisäistämisen ongelmalliseksi. Tästä syystä työkaluun koettiin tarpeelliseksi lisätä ominaisuus, jonka avulla valvoja voi ottaa valokuvan olosuhteesta työmaalla, jonka jälkeen turvallisuuskoordinaattori voi myöhemmin arvioida olosuhteen vaatimustenmukaisuuden. Turvallisuuskoordi-

naattorille haluttiin myös mahdollisuus lisätä kommentteja valvojien tekemiin turvallisuuden valvontaraportteihin. Zhangin et al. (2017) mukaan viiteaineiston saatavuus on eräs keskeisistä sähköisen tarkastustyökalun mukanaan tuomista eduista. Valvontalistojen osalta koettiin tarpeelliseksi, että niihin oli luomisvaiheessa mahdollisuus lisätä internet-linkkejä ja valokuvia, jotta valvojat voivat nopeasti tarkastaa vaatimustenmukaisen menettelyn kunkin turvallisuuden tarkastuskohteen osalta. Sovelluksella tuli pystyä tuottamaan myös jatkotarkastus, joka ottaa huomioon viime tarkastuskerralla havaitut puutteet. Tällä tavoin valvojan ei tarvitse erikseen sovelluksella etsiä viime kertaista tarkastuslomaketta ja siihen kirjattuja turvallisuuspuutteita. Jatkotarkastuslomakkeissa tuli olla aika- ja päivämääräsyötteen korjaavan toimenpiteen tarkastusajankohtaa varten.

Sovelluksen MVP-version kokeilujen ja valvojien haastattelujen perusteella määriteltiin työkalulle liitteen 6 taulukon mukaiset lisäkäyttäjävaatimukset. Taulukko pitää sisällään sekä toiminnalliset ja ei-toiminnalliset vaatimukset. Scrum-menetelmän periaatteiden mukaisesti varsinaista vaatimusmäärittelydokumenttia ei tehty. Osa vaatimuksista lisättiin tuotteen varsinaiselle työlistalle. Osa lisättiin varalistalle, jonka sisältämiä vaatimuksia saatettiin toteuttaa, mikäli aikaa löytyy varsinaisen listan vaatimusten jälkeen. Työlistalle lisättyjä vaatimuksia ei suurilta osin ehditty toteuttaa tämän diplomityön aikana ohjelmistokehityksen resursoinnin takia.

4.3 Työkalun käytön viitekehys ja raportointi

Valvojien, turvallisuuskoordinaattorien, liiketoimintayksikön johtajan ja Liikenneviraston edustajan haastattelujen perusteella diplomityön tekijä ideoi seuraavalla sivulla olevan kuvan 13 mukainen viitekehys työkalun käyttöä varten. Viitekehys kuvaa työkalun käyttöä yksittäisessä ratahankkeessa tai -urakassa. Luotu viitekehys liittyy työkalun avulla tehtävät yksittäiset turvallisuustarkastukset hankkeiden kokonaisvaltaiseen turvallisuuden hallintaan.



Kuva 13. Viitekehys valvonnan turvallisuustarkastusten liittämiseksi hankkeiden turvallisuuden hallintaan

Sovelluksen avulla tuotetaan vaatimusmäärittelyn mukaisesti turvallisuustietoa hankkeen turvallisuuskoordinaattoria, rakennuttajaa, urakoitsijaa sekä tilaajaa varten. Turvallisuuden valvonta yhdistetään viitekehyksessä urakoitsijan oman turvallisuusseurannan sekä turvallisuuskoordinaattorin suorittamien turvallisuuskatselmusten tuloksiin. Viitekehyksessä valvojan suorittamat turvallisuustarkastukset jaotellaan kolmeen eri luokkaan; teematarkastuksiin, työvaiheiden turvallisuuden valvontaan ja työmaakohtaisiin tarkastuksiin.

Työkalun avulla valvojat suorittavat työmailla säännöllisiä turvallisuustarkastuksia hyödyntäen ennakkoon laadittuja turvallisuuden teematarkastuslistoja. Käytettävä lista vaihdetaan tietyin, esimerkiksi viikon mittaisin, väliajoin. Valvoja voi suorittaa tänä aikana yhden tai useamman teematarkastuksen työmaan tilanteen mukaan. Samoja teematarkastuslistoja pyritään käyttämään kaikissa hankkeissa, joissa sovellus on käytössä. Vaihutviin teemoihin liittyvien tarkastusten avulla saadaan oletetusti tehokkaimmin lisättyä työmaiden turvallisuutta, sillä turvallisuustarkastusten vaikuttavuus sitä suurempaa, mitä laajemmin eri turvallisuuden osa-alueet niissä huomioidaan (Farina et al. 2016). Teematarkastusten lisäksi sovelluksen avulla toteutetaan vaarallisten ja vaativien työvaiheiden turvallisuuden valvontaa ennakkoon laadittuja listoja hyödyntäen. Valvoja ja turvallisuuskoordinaattori suunnittelevat yhdessä ennen hankkeen tai urakan alkua, minkä työvaiheiden valvontaan sovellusta käytetään. Teema- ja työvaihekohtaisten tarkastusten avulla välttyään liian pitkiltä listoilta tarkastuslistoilta, ja Woodcockin (2014) sekä Liaon et al. (2016) artikkeleissaan kuvaamilta liialliseen kognitiiviseen kuormittumiseen liittyviltä ongelmilta. Valvojalla on myös mahdollisuus jättää listojen sisältämiä turvallisuuden valvontakohteita avoimiksi, jolloin turvallisuuskoordinaattori voi täydentää listat valvojien ottamien valokuvien ja kommenttien perusteella.

Zhangin et al. (2017) luomassa turvallisuustarkastusten viitekehyksessä tarkastukset yhdistetään rakennushankkeen riskienhallinnan tuloksiin luomalla tarkastuslistoja riskienhallinnan tulosten pohjalta. Vastaavasti tämän tutkimuksen kohteena olevaa työkalua varten luodussa viitekehyksessä ennakkoon laadittujen listojen lisäksi urakoihin laaditaan urakkakohtaisen riskienhallintasuunnitelman pohjalta työmaakohtaiset tarkastuslistat. Listat pitävät sisällän keskeisimpien riskien riskienhallintatoimenpiteet. Tällä tavoin kohdeorganisaation turvallisuuskoordinaattorit ja riskienhallinnan asiantuntijat saavat tiedon siitä, onko urakoitsija toteuttanut työmaalla suunnitellut tai vaaditut toimenpiteet riskien pienentämiseksi. Työmaakohtainen tarkastuslista laaditaan ennen työn alkua yhteistyössä urakan turvallisuuskoordinaattorin ja valvojan kesken. Riskienhallintatoimenpiteisiin pohjautuvaa tarkastuslistaa täydennetään työmaalla sitä mukaa, kun tunnistetut riskit tulevat hankkeessa tai urakassa ajankohtaisiksi. Turvallisuuspoikkeamatapauksissa turvallisuuskoordinaattori määrittelee vastaavien poikkeamien syntymisen estämiseksi tarvittavat toimenpiteet hankkeen osalta. Turvallisuuspoikkeama on turvallisuushavaintoa vakavampi tapahtuma tai olosuhde, joka vaatii poikkeamaraportin kirjaamista Liikenneviras-

ton TURI-järjestelmään Turvallisuuspoikkeamien ilmoittaminen ja käsittely -ohjeen mukaisesti. Myös poikkeamista aiheutuvat toimenpiteet lisätään urakkakohtaiselle listalle yhdessä riskienhallinnan toimenpiteiden kanssa.

Yksittäisten teema- ja työvaihetarkastusten raportit liitetään haastatellun Liikenneviraston projektipäällikön asettaman vaatimuksen mukaisesti osaksi viikoittaisia valvontaraportteja, jotka jaetaan rakennuttajaorganisaatiolle ja tilaajalle. Viikkotasolla tarkastusten havainnot ja mahdolliset puutteet käsitellään urakoitsijan kanssa pidettävässä viikkokatsauksessa, joka organisaatiossa oli tarkoituksena ottaa käyttöön kaikissa pidempiaikaisissa valvottavissa hankkeissa. Mikäli puutteita havaitaan, määritetään korjaavia toimenpiteitä varten vastuutaho tai -henkilö. Puutetapauksissa suoritetaan viikoittaisen tilannekatsauksen ja puutteiden käsittelyn jälkeen jatkotarkastus, jossa varmistetaan, että urakoitsija tai muu taho on toteuttanut korjaavan toimenpiteen. Hankkeissa ja urakoissa, joissa viikkokatsauksia ei ole työn liikkuvuuden tai muun syyn vuoksi mahdollista pitää, toimitetaan tarkastusraportit urakoitsijalle sähköpostitse. Keskeiset valvonnassa havaitut turvallisuuspuutteet käsitellään myös urakoitsijan kanssa pidettävissä työmaakokouksissa. Käsittelystä työmaakokouksissa vastaa yleensä hankkeen turvallisuuskoordinaattori.

Projektikokousvälin, joka on tavallisesti noin kaksi kuukautta, aikana suoritetuista turvallisuuden valvontakierroksista koostetaan turvallisuuden jaksoraportti. Turvallisuuden jaksoraportin sisältö liitetään hankkeesta laadittavan jaksoraportin liitteeksi ja toimitetaan tilaajalle. Jaksoraporttiin liitetään myös urakoitsijan oman turvallisuusseurannan tulokset, tulokset turvallisuuskoordinaattorin katselmuksista, tapaturmataajuustiedot ja tiedot työmaalla tapahtuneista turvallisuuspoikkeamista. Poikkeamatietoihin sisällytetään urakoitsijan laatiman poikkeamakuvauksen lisäksi valvojan kirjaama näkemys poikkeamasta. Tällöin raportti antaa tilaajalle kattavamman ja todenmukaisemman kuvan hankkeen turvallisuustilanteesta, sillä määräystenmukaisuus yksistään ei välttämättä ole riittävä indikaattori kuvaamaan työmaan turvallisuutta (Davies 2018, Lindblom & Hansson 2004). Jaksoraporttien sisällöstä puolestaan koostetaan hankkeen päätyttyä hankekohtainen raportti, jossa kuvataan keskeisimmät havainnot hankkeen turvallisuuden kannalta. Pidempiaikaisissa hankkeissa hankekohtaiseen raporttiin voidaan sisällyttää kuhunkin valvottuun teemaan liittyvät turvallisuusindeksit ja niiden kehitys hankkeen aikana. Hankekohtainen raportti toimitetaan Liikennevirastolle. Liikennevirasto voi raportin sisällön perusteella analysoida turvallisuuteen liittyviä kehityssuuntauksia ja kehittää turvallisuusjohtamisen keinojaan niiden perusteella. Jaksoraportin ja hankekohtaisen turvallisuusraportin esimerkkimallit on esitetty liitteessä 7.

4.4 Valvonnan tarkastuslistojen konstruointi

Seuraavaksi kuvataan yksittäisten valvonnan tarkastuslistojen vaatimukset sekä lainsäädäntö- ja ohjetausta, jonka pohjalta listat koostettiin. Lopuksi kuvataan valmiit tarkastuslistat. Listojen vaatimusmäärittelyssä otettiin huomioon valvojien asettamien vaatimusten lisäksi luvussa 4.3 esitelty kuvan 13 mukainen viitekehys.

Tarkastuslistoja tuli olla kuvan 13 viitekehysten mukaisesti (1) turvallisuusteemoja, (2) seurattavia työvaiheita ja (3) yksittäisiä työmaita varten. Kaksi ensimmäistä olivat ennakoon laadittavia ja sisällöltään samoja työmaasta riippumatta. Työmaakohtaiset listat laaditaan urakkakohtaisesti riskienhallintasuunnitelman pohjalta

4.4.1 Tarkastuslistoja koskevat vaatimukset

Valvojien haastatteluissa ja heidän kanssaan käydyissä keskusteluissa nousi esiin keskeisenä vaatimuksena turvallisuuden valvontalistojen soveltuvuus monenlaisiin työmaakohteisiin. Niiden tulee myös olla helposti muokattavissa työmaakohteeseen sopivaksi, jotta turhilta kohteilta listoissa vältetään. Erään valvojan sanojen mukaan *”ei ole hyvä, että norsunluutornissa istuvat päättävät, mihin asioihin täytyy joka kerta kiinnittää huomiota”*. Listojen joustavuuden lisäämiseksi listoihin lisättiin ’kunnossa’ ja ’ei kunnossa’ -vaihtoehtojen lisäksi ’muu’-vaihtoehto. Tämä koettiin paremmaksi, kuin kohtien täydentämisen jättäminen vapaaehtoiseksi, koska ’muu’-vaihtoehto edellyttää valvojalta listan kaikkien kohtien läpi käymistä tarkastuksen aikana. ’Muu’-vaihtoehtoa voidaan tarkastuksessa käyttää, mikäli listan kuvaama olosuhde ei koske tarkastelun kohdetta tai kohteen tarkastaminen on olosuhteiden takia työmaalla vaikeaa.

Kaikkien tutkimuksen aikana haastateltujen valvojien mukaan listat eivät saa sisältää liikaa kohteita, jotta tarkastuksen suorittaminen on mielekästä ja sujuvaa. Erään haastattelun valvojan mukaan 10-15 tarkastuskohtaa on sopiva määrä yksittäiseen listaan. Haastatteluissa valvojat arvioivat, että todennäköisin syy työkalun käyttöönoton epäonnistumiselle olisi listojen liiallinen monimutkaisuus ja laajuus, joka tekisi niiden täyttämistä hankalaa ja työlästä. Scrivenin (2000) tarkastuslistoja koskevien kriteerien mukaisesti listoista pyrittiin tekemään lyhytsanaisia, mutta kuitenkin välttämään monitulkintaisuutta pitämällä tarkastuskohteiden kriteerit selkeinä ja yksiselitteisinä. Listat eivät myöskään valvojien mukaan saaneet olla liian hierarkkisia, sisältäen runsaasti alavalikoita, jotta haluttu kohde löytyy listasta nopeasti työkalua käytettäessä työmaaolosuhteissa. Listoissa tarkastuskohteet tuli pyrkiä järjestämään niin, että ne todennäköisesti ilmenevät työmaalla listan mukaisessa järjestyksessä. Näin turhalta vierittämiseltä mobiililaitteiden ruuduilla vältetään.

Urakoitsijan laatimiin riskienhallintasuunnitelmiin pohjautuvien, työmaakohtaisten tarkastuslistojen tulee valvojien mukaan sisältää vain keskeisimmät riskit, jotta niiden toteuttaminen on järkevää. Valvojien mukaan työmaakohtaisten listojen koostaminen olisi

hyvä tapahtua turvallisuuskoordinaattorin ja valvojan kanssa yhteistyössä. Työmaakoh-
taisten listojen koostaminen yhteistyössä myös lisää työmaavalvojan ja turvallisuuskoor-
dinaattorin välistä vuoropuhelua, joka kohdeorganisaatiossa koettiin yhdeksi keskeisistä
ongelmista.

Kuten aiemmin todettiin, eräs ohjelmistopohjaisen tarkastustyökalun mukanaan tuomista
eduista on tarkastajan pääsy viiteaineistoihin (Zhangin et al. 2017). Turvallisuushavain-
tojen vaatimustenmukaisuudesta päättämisen tueksi listoihin tulikin sisällyttää lyhyt ku-
vaus lainsäädännön tai ohjeiden sisällöstä kunkin listan kohteen osalta. Tällä tavoin val-
vojat pysyvät paremmin ajan tasalla alati muuttuvien turvallisuusohjeiden ja -lainsäädän-
nön asettamista vaatimuksista ja listojen täydentäminen helpottuu.

Kohdeorganisaatiossa esimerkiksi sähköratavalvojat kävivät tavallisesti tarkastamassa
työn edistymisen vasta työvaiheen suorittamisen jälkeen, joten yleensä heidän työmaa-
käynteihinsä ei voinut sisällyttää työturvallisuuteen liittyvää tarkastusta. Haastatteluissa
ilmeni myös, että sähköratavalvojilla ei ollut kohdeorganisaatiossa aikaa käydä suoritta-
massa työkohteissa pelkkää turvallisuuskierrosta, vaan työmaakäyntien tuli liittyä työn
edistymisen seurantaan. Näistä syistä valvontalistojen koonnissa keskityttiin maanraken-
nusvalvojen asettamiin vaatimuksiin ja koottiin listoja ensisijaisesti heidän käyttöönsä
varten.

Turvallisuuden tarkastuskohteet

Turvallisuuden tarkastuskohteiden kokoamisessa huomioitiin seuraavat lait, asetukset,
Liikenneviraston ohjeet ja muut rakennustyön turvallisuuteen liittyvät ohjeet:

Lait:

- Työturvallisuuslaki 738/2002
- Ympäristönsuojelulaki 527/2014

Asetukset ja päätökset:

- Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009
- Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä 715/2001
- Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 403/2008
- Valtioneuvoston asetus nestekaasulaitosten turvallisuusvaatimuksista 858/2012
- Työministeriön päätös rakennustyömaiden henkilöstötiloista 977/1994
- Valtioneuvoston päätöshenkilönsuojainten valinnasta ja käytöstä työssä 1407/1993

Liikenneviraston ohjeet:

- Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO) 7/2018
- Turvallisuusmenettelyjen käsikirja rautatietoinnoissa
- Sähkörataohjeet 7/2016
- Ratatyökoneet, LO 11/2018
- Sääsuojien käytön työturvallisuusohje, LO 2014
- Vaihde-elementtien nosto ja siirto, RHK 1002/611/2007
- Pätevyyksien, osaamisen ja terveydentilan hallinta valtion rataverkolla, LIVI/3618/06.01.01/2018

Muut ohjeet, tiedotteet ja oppaat:

- Tulityön turvallisuusohje
- Siirrettävät henkilönostimet, Turvallisen käytön ohjeet. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 31 Työsuojeluhallinto
- Henkilönostojen turvallisuuden varmistaminen, Työturvallisuustiedote. Tapaturmavakuutuslaitosten liitto Sosiaali- ja terveysministeriö / työsuojeluosasto
- Työturvallisuuspakka. Rakennustyö. Työturvallisuuskeskus.

4.4.2 Valmiit tarkastuslistat

Kootut turvallisuuden tarkastuskohteet jaoteltiin tarkastuslistoiksi erityyppisiä työvaiheita ja teemoja varten.

Vaihtuvia teematarkastuksia varten laadittiin seuraavat tarkastuslistat:

- Turvallisuusdokumentit
- Työkoneet
- Turvamiesmenettely

Jatkossa listoja voidaan laatia esimerkiksi seuraavia teemoja varten:

- Työntekijöiden varusteet
- Sähköturvallisuus
- Työalueen erottaminen ja suojaaminen
- Työtelineet
- Siisteys ja kulkutiet
- Kemiaaliset ja fysikaaliset tekijät

Työvaihekohtaisia tarkastuslistoja laadittiin seuraavia työvaiheita, joihin kuuluvat esimerkiksi VN:ssä 205/2009 tarkoitetut vaaralliset työt, varten:

- Vaihteen vaihto
- Laiturialueella työskentely
- Henkilönostojen turvallisuus
- Kaivutyön turvallisuus
- Tulityön turvallisuus

Muita työvaiheita, joihin listoja tulee laatia myöhemmässä vaiheessa ovat esimerkiksi:

- Sukellustyö
- Tunnelityö
- Purkutyö
- Siltatyö
- Muottityö
- Tunkkaus
- Muut VNa:ssa 205/2009 tarkoitetut vaaralliset työt

Jokainen luoduista tarkastuslistoista sisältää ennen tarkastuskohteiden tarkastelua syötekentät sijaintitiedoille ja tarkastuksen suorituspäivämäärälle ja -ajalle. Lisäksi niissä on syötekenttä tarkasteltavan työmaan tai muun kohteen nimeämiseksi. Osaan tarkastuslistoista liitettiin luettelo keskeisistä Liikenneviraston ohjeista internetlinkkeineen. Valmiiden luotujen listojen Excel-taulukkoversiot on esitetty liitteessä 8.

4.5 Verifiointi ja validointi

Verifiointi keskittyy kirjallisten vaatimusten täyttymisen arviointiin (Engel 2010 s.16). Validoinnilla selvitetään, tekeekö tuote sitä, mitä sen pitääkin sille tarkoitetussa käyttöympäristössä (Engel 2010 s.16). Vaatimusmäärittelyssä ohjelmistotyöryhmälle esiteltyt lisäominaisuudet, joka tämän diplomityötutkimuksen aikana ehdittiin toteuttaa, olivat dynaaminen syötekenttä ja mahdollisuus internetlinkkien lisäämiseen listoihin käyttäjää varten. Syötekentän avulla käyttäjä voi kopioida yksittäisen tarkastuskohteen lomaketta täydentäessään. Linkistä käyttäjä voi tarkastella esimerkiksi keskeisiä turvallisuusohjeita tarkastusta tehdessään. Muut listattujen käyttäjävaatimusten mukaiset ominaisuudet jäävät kehitettäväksi ja niiden verifiointi toteutettavaksi myöhemmässä vaiheessa.

Työmaaolosuhteissa tämän diplomityön tekijä kokeili RejCheckin senhetkiselä versiolle *kaivutyön turvallisuus*, -listaa kolme kertaa. Listan mukaisen tarkastuksen tekemiseen kului aikaa kokeiluissa alle 10 minuuttia. Tarkastusten suorittaminen onnistui kokonaisuudessaan työmaaolosuhteissa, eikä listan täyttäminen vaatinut paikasta toiseen liikkumista työmaalla tarkastusta tehdessä. Tämä vastaa keskeistä valvojien asettamaa vaatimusta tarkastuksen nopeasta ja helposta suorittamisesta työmaalla ollessa. Suoritetuista kokeilutarkastuksista tulostetut valvontaraportit kuvaavat tarkasti jokaisen tarkastuksen aikana

läpikäydyn tarkastuskohteen, mikä vastaa Liikenneviraston projektipäällikön niille asettamaa vaatimusta.

Kun valvojille esiteltiin työkalua ja sitä varten laadittuja tarkastuslistoja, kommentoivat he niiden vaikuttavan 'hyviltä' ja 'riittävän yksinkertaiselta', jotta käyttöönotto onnistuisi. Valvojien mukaan luodun viitekehyksen mukaiset teematarkastukset ovat työmailla toimiva ratkaisu, sillä varsinkin suurella työmaalla kuluisi kaikki aika turvallisuuden valvontaan, mikäli jokaista turvallisuuden osa-aluetta valvottaisiin jatkuvasti. Teematarkastusten tekemisen arvioitiin olevan toteutettavissa nopeasti ja vaivattomasti. Myös työmaakohtaisten, riskienhallintaan pohjautuvien tarkastusten arvioitiin toimivan, mikäli ne pidetään tarpeeksi yksinkertaisina, eikä kaikkein vähäisimpiä riskejä ja niiden hallintatoimenpiteitä sisällytetä listoihin.

Kokeilun perusteella valvoja, jota ei oltu haastateltu vaatimusmäärittelyn yhteydessä, totesi listojen ja työkalun toimivan erinomaisesti. Erityisen hyvänä hän piti sitä, että tieto kustakin tarkastettavasta kohteesta on helposti löydettävissä työkalun avulla. Joidenkin yksittäisten listoihin sisällytettyjen tarkastuskohteiden hän totesi kuitenkin olevan vaikea tarkastaa työmaaolosuhteissa.

5. POHDINTA

5.1 Tulosten uskottavuus

Valvonnan nykytilaa selvitettiin kohdeorganisaatiossa käyttäen tutkimusmenetelminä sekä havainnointia, että haastatteluja. Useamman eri tutkimusmenetelmän käytöllä voidaan pyrkiä lisäämään tulosten uskottavuutta (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Nykytila-analyysiin liittyvässä havainnoinnissa työmaakäynneille osallistuttiin turvallisuusroolissa kokeillen samalla valvontatyökalun MVP-versiota. Tällä on voinut olla vaikutusta valvojien käyttäytymiseen turvallisuusasioiden suhteen. Havainnoiduilla työmaakäynneillä valvojat eivät puuttuneet työmaan turvallisuuspuutteisiin, mutta tilanne olisi voinut olla toinen, mikäli valvoja olisi ollut työmaakierroksella yksin. Kun valvontakäynti suoritetaan saman organisaation turvallisuusroolissa toimivan henkilön kanssa, saattaa valvojien kynnys puuttua turvallisuuspuutteisiin olla korkeampi. Kaikissa haastatteluissa valvojat kuitenkin kertoivat reagoivansa havaitsemiinsa turvallisuuspuutteisiin huomauttamalla urakoitsijaa asiasta. Laadullisessa tutkimuksessa aineiston määrää voidaan rajata saavuttamalla aineiston saturaatiopiste, jolloin aineisto alkaa 'toistamaan itseään' (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Jokaisella tämän tutkimuksen aikana havainnoidulla työmaakierroksella tehtiin kuitenkin uusia, aiemmista poikkeavia havaintoja. Aineiston keruuta havainnoimalla olisi ollut syytä jatkaa, jotta tuloksista olisi saatu uskottavampia ja yleistettävämpiä.

Nykytila-analyysiin liittyvien haastattelujen tulosten uskottavuutta lisännee se, että haastattelijana toimi harjoittelija, joka ei ollut ehtinyt olla kauaa työsuhteessa kohdeorganisaatiossa. Tästä syystä haastatelluilla valvojilla ja turvallisuuskoordinaattoreilla oli mahdollisesti vähemmän tarvetta antaa todellisuutta parempaa kuvaa turvallisuuden valvonasta ja kohdeorganisaation sisäisistä prosesseista. Tutkimuksen tekijän vähäinen aiempi tietämys kohdeorganisaatiosta ja toimialasta lisännee myös tutkimustulosten objektiivisuutta. Toisaalta haastattelija toimi tutkimuksen tekemisen aikana kohdeorganisaatiossa turvallisuuskoordinaattoriharjoittelijana, joka on voinut vaikuttaa valvojien haastatteluissa esiin tuomiin asioihin. Haastattelijalla oli vain vähäistä aiempaa kokemusta tutkimushaastattelujen toteuttamisesta, mikä on myös osaltaan voinut vaikuttaa haastattelutulosten uskottavuuteen. Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina ja haastattelija on voinut tiedostamattaan ohjata haastattelun suuntaa omien ennakoasenteidensa pohjalta. Käyttämällä useampaa haastattelijaa olisi haastatteluissa mahdollisesti tullut esiin useampia näkökulmia teemoihin liittyen. Myös haastattelujen avulla saadun tiedon analysoinnissa ja tämän diplomityön tulokset-osioon valikoiduissa asioissa lienevät taustalla tutkimuksen tekijän ennakoasenteet ja rooli kohdeorganisaatiossa. Haastattelutulosten uskottavuutta lisännee se, että valvojien haastatteluissa esiin tulleet asiat alkoivat suurelta osin

toistua, eikä viimeisessä teemahaastattelussa tullut enää esiin merkittävästi uusia näkökulmia haastattelun teemoihin liittyen.

Työkalun käyttäjävaatimusmäärittelyyn liittyvät kokeilut tehtiin ratatyömailla turvallisuusharjoittelijan roolissa, eivätkä valvojat osallistuneet kokeiluihin. Valvojien asettamat käyttäjävaatimukset sovellukselle saattavat vaihdella tässä tutkimuksessa esitetyistä heidän työnkuvansa takia. Valvojilla on suuri määrä valvottavia kohteita turvallisuusasioiden lisäksi, mutta tässä tutkimuksessa keskityttiin ainoastaan työkalun käyttöön turvallisuuden valvonnassa. Toisaalta käyttäjävaatimusmäärittelyn yhteydessä kuitenkin haasteltiin valvojia, jotta heidän näkemyksensä tulisi esiin. Vaatimusmäärittelyn lähtökohtana käytettiin sovelluksen MVP-versiota, joka sisälsi jo valmiiksi runsaasti ominaisuuksia. Mikäli vaatimusmäärittely olisi aloitettu ilman MVP-version asettamaa lähtökohtaa, olisivat vaatimukset voineet olla toisenlaisia ja työkalusta sekä sen käytön viitekehyksestä tulla toisenlainen. Asiakasvaatimusten määrittämiseksi toteutettiin vain yksittäinen Liikenneviraston projektipäällikön haastattelu. Tästä syystä asiakkaan näkökulman huomiointi jäi yksipuoliseksi perustuen yhden henkilön näkemyksiin.

Konstruktiivisen tutkimuksen eräs ominaispiirre on kehitetyn konstruktion käytännön kokeilu (Lukka 2001). Konstruktiio läpäisee 'heikon markkinatestin', mikäli kohdeorganisaatio ottaa sen käyttöönsä ja 'vahvan markkinatestin', mikäli luodun konstruktion osoitetaan tuovan hyötyä kohdeorganisaatiolle (Kasanen et al. 1993). Tässä työssä ei työn rajallisen aikataulun vuoksi ollut mahdollista toteuttaa luodun viitekehysten mukaista laajamittaista työkalun kokeilua ratahankkeessa. Työssä jouduttiin tyytymään suppeaan kokeiluun, joka keskittyi yksittäisten tarkastuslistojen ja työkalun keskeneräisen version käytettävyyteen. Laajamittaista palautteen keräämistä työkalun käytettävyyteen liittyen ei työn suorituksen aikana tehty, sillä määriteltujen lisävaatimusten mukaisia ominaisuuksia ei ehditty pääosin ohjelmistokehityksessä toteuttaa. Myöskään tutkimuksen tavoitteiden täyttymistä tai luodun konstruktion markkinatestien läpäisemistä ei ollut mahdollista arvioida luotettavasti tämän tutkimuksen puitteissa. Kokeilujen ja valvojilta saadun palautteen perusteella luotu työkalu listoineen on toimiva apuväline valvojien turvallisuustyön tehokkuuden lisäämiseksi, turvallisuuden valvonnan menettelyjen yhtenäistämiseksi ja turvallisuushavaintojen taltioinnin helpottamiseksi.

Tässä diplomityössä pyrittiin kuvaamaan osatehtävien suorittaminen mahdollisimman tarkasti, jotta tutkimus olisi toistettavissa kuvatulla tavalla. Mikäli tutkimus toistettaisiin kohdeorganisaatiossa käyttäen samoja tutkimusmenetelmiä kuin tässä tutkimuksessa, olisivat etenkin nykytila-analyysin tulokset luultavimmin pääosin vastaavia kuin tässä tutkimuksessa esitetyt tulokset. Myös työkalua koskevat vaatimukset olisivat luultavasti samankaltaisia. Työkalun käytön viitekehys luotiin tässä tutkimuksessa määriteltujen vaatimusten ja nykytila-analyysin tulosten pohjalta ja sen avulla pyritään vastaamaan turvallisuuden valvonnan ongelmiin sekä täyttämään asetetut vaatimukset. Kuitenkin viitekehysten ideoi tämän diplomityötutkimuksen toteuttaja ja nykytila-analyysin sekä vaati-

musten perusteella voitaneen päätyä myös osin erilaiseen ratkaisuun. Ratkaisuun vaikuttaa se, mitä nykytila-analyysissä ja vaatimusmäärittelyssä esiin tulleita asioita tutkimuksen toteuttaja painottaa konstruktiota luodessaan.

5.2 Tulosten tutkimuksellinen merkitys

Tämän diplomityötutkimuksen tuloksena kartoitettiin ratahankkeiden turvallisuuden valvonnan nykytila ratahankkeiden rakennuttamispalveluita tuottavassa organisaatiossa sekä määriteltiin vaatimukset mobiilipohjaiselle turvallisuuden valvontatyökalulle. Näiden lisäksi luotiin mobiilityökalua varten käytön viitekehys ja viitekehysten mukaisia turvallisuuden tarkastuslistoja. Keskeisimmät tutkimuksen nykytila-analyysin aikana esiin tulleet havainnot olivat turvallisuuden valvonnan vaatimusten koettu epäselkeys, vaihtelevat käytännöt turvallisuuden valvonnassa sekä epäselviksi koetut turvallisuuden valvontaan liittyvät tilaajan ohjeet. Muun muassa näihin ongelmiin osaratkaisuksi tutkimuksessa määriteltiin vaatimukset uudelle työkalulle, jonka avulla valvojat suorittavat työmailla teema-, työvaihe- ja työmaakohtaisia turvallisuustarkastuksia. Eräänä keskeisenä vaatimuksena työkalun avulla suoritettavalle turvallisuuden valvonnalle nousi esiin turvallisuushavaintojen riittävän tarkka kuvaaminen tuotettavien turvallisuusindeksien sijaan. Tutkimuksen tulosten perusteella mobiilipohjainen valvontasovellus on toimiva työkalu työmaalla tapahtuvaan turvallisuuden valvontaan.

Tutkimuksessa selvitettiin haastattelujen ja havainnoinnin keinoin turvallisuuden valvonnan nykykäytäntöjä rautatiehankkeiden rakennuttamista suorittavassa organisaatiossa. Aiempaa tutkimustietoa rakennuttajan suorittamasta turvallisuuteen liittyvästä työmaavalvonnasta rautatiehankkeissa ei löytynyt. Tutkimustietoa ei löytynyt myöskään rakennuttajan suorittamasta turvallisuusvalvonnasta Suomessa. Turvallisuuskoordinaattorin ja valvojan vastuiden, tehtävien ja yhteistyön käytännön toteutumiseen liittyen ei ollut saatavilla tutkimustietoa. Nykytila-analyysin avulla saatiin selville ratahankkeiden turvallisuuden valvonnan nykykäytäntöjä ja siihen liittyviä ongelmia. Keskeisimmät ongelmat liittyivät tiedonkulkuun valvojien ja turvallisuuskoordinaattoreiden kesken, tilaajan muuttuviin ja monimutkaisiin ohjeisiin sekä epäselkeisiin ja muuttuviin turvallisuuden valvontaa koskeviin odotuksiin. Turvallisuuden valvonnan nykytila-analyysissä nousi myös esiin samoja paperipohjaisten tarkastusten suorittamiseen liittyviä ongelmia, kuin Lin et al. (2014) ja Zhang et al. (2017) tutkimusartikkeleissa. Kirjallisuuskatsauksen perusteella suurin osa aiemmasta tutkimuksesta käsittelee HSE-asiantuntijoiden suorittamaa turvallisuusvalvontaa. Erityispiirteenä tässä tutkimuksessa on se, että tutkimuksen aiheena olevaa työmaavalvontaa suorittavat henkilöt eivät ole turvallisuuden asiantuntijoita.

Tutkimuksen kohdeorganisaation ratahankkeiden valvonnassa suoritettavat työmaakierrokset vastasivat suurelta osin Zhangin et al. (2017) artikkelissaan esittelemää rakennustyömaan turvallisuuskierroksen rakennetta. Kuitenkaan havainnoitujen työmaakäyntien aikana ei ollut tavallista, että valvojat tekivät havainnoistaan kirjallisia muistiinpanoja. Sen

sijaan valokuvien ottaminen keskeisistä työvaiheista ja muista kohteista oli yleistä valvojien keskuudessa. Kohdeorganisaatiossa valvonnan raportointi oli ennen sovelluksen käyttöönottoa toteutettu manuaalisesti. Tarve sovelluksen kehittämiseksi oli kohdeorganisaatiossa samankaltainen, kuin Zhangin et al. (2017) artikkelissaan mainitsema paperityöstä johtuvien virheiden ja työmäärän minimoiminen sekä tulosten analysoinnin helpottuminen. Näiden lisäksi kohdeorganisaatiossa tarve, johon sovelluksen tuli vastata, oli turvallisuushavaintojen viestiminen projektin eri osapuolten kesken.

Aiempia tutkimuksia oli tehty turvallisuustarkastus- ja turvallisuusauditointityökaluihin liittyen rakennushankkeissa ja teollisuuslaitoksissa. Aiempaa tutkimustietoa ei kuitenkaan löytynyt mobiilityökalujen tai tarkastuslistojen käytöstä rautatiehankkeissa tai rakennuttajan suorittamassa valvonnassa. Valvojien kanssa käydyissä haastatteluissa ja keskusteluissa nousi keskeisenä esiin vaatimus tarkastuslistojen työmaa- ja kohdekohtaisuudesta sekä siitä, että niiden ei tule sisältää liikaa kohteita. Tämä vastaa aiempia tutkimuksia tarkastuslistoihin liittyen; myös Woodcock (2014) ja Liao et al. (2016) totesivat tutkimusartikkeleissaan liian suuren kohdemäärän johtavan kognitiivisen kuorman kasvamiseen ja listojen käyttämiseen tarkoitetusta poikkeavasti. Myös vaatimus listojen kohdekohtaisuudesta vastaa Zhangin et al. (2017) tutkimusartikkelissaan esittelemää työkalua, joka on integroitu riskienhallinnan tuloksiin, jotta listoihin saadaan sisällytettyä kunkin valvonnan kohteen oleelliset turvallisuustekijät. Mobiilisovelluksen käytettävyyden osalta vaatimusmäärittelyhaastatteluissa esiin nousi myös aiemmissa tutkimuksissa esitettyjä, mobiilisovelluksille tyypillisiä vaatimuksia. Tällaisia olivat esimerkiksi käyttäjäsyötteiden tuottamisen helppous ja nopeus. Tässä diplomityötutkimuksessa nousi esiin lisäksi erityisesti rakennuttajan turvallisuustyöhön liittyviä vaatimuksia, jotka poikkesivat aiemmasta urakoitsijan turvallisuustoimintaa koskevasta tutkimuksesta. Tällaisia vaatimuksia ovat muun muassa mahdollisuus täydentää lomakkeita yhteistyössä valvojan ja turvallisuuskoordinaattorin kesken sekä yhteenvetolomakkeiden koostaminen hankkeiden tilaajaa varten.

Tutkimuksen aikana haastattelujen pohjalta ideoitu sovelluksen käyttöä kuvaava viitekehys sisältää samoja elementtejä kuin Zhang et al. (2017) kuvaamaa turvallisuustarkastusten viitekehys. Kohdeorganisaatiossa turvallisuustarkastukset ja valvonta eivät kuitenkaan ole osa organisaation sisäistä toimintaa, kuten Zhang et al. (2017) tekemässä tutkimuksessa. Tästä syystä tämän tutkimuksen aikana luodussa viitekehyksessä on huomioitu tiedonkulku kohdeorganisaation, valvottavan urakoitsijan ja hankkeen tilaajan kanssa. Viitekehyksessä kuvataan myös urakoitsijan oman turvallisuusseurannan ja rakennuttajan suorittaman turvallisuusvalvonnan tulosten yhdistäminen. Samoin kuin Zhangin et al. (2017) artikkelissa, myös tämän tutkimuksen aikana luodussa viitekehyksessä turvallisuustarkastukset jaotellaan eri kategorioihin. Uutena ominaisuutena tämän tutkimuksen aikana luodussa viitekehyksessä on kuitenkin säännöllisesti vaihtuvat teematarkastukset,

joiden avulla turvallisuus on mahdollista huomioida valvonnassa mahdollisimman kattavasti. Teemataarkastukset pitävät sisällään myös turvallisuusauditoinnin elementtejä, sillä tarkastukset kohdistuvat myös urakoitsijan turvallisuuskirjoituksiin.

5.3 Tulosten käytännön merkitys

Työkalun avulla aiemmin manuaalinen työvaihe, työmaavalvontaraporttien turvallisuusosion kirjoittaminen, on tarkoitus lopulta automatisoida. Verrattuna paperipohjaisiin tarkastuksiin sähköisten tarkastustyökalujen käyttöönotto vähentänee tarkastusten tekijän työmäärää, sillä tuotettujen raporttien kirjoittamiseen ei tarvitse kuluttaa aikaa. Lomakkeiden täydentäminen valvonnan aikana myös vähentää raporttien kirjaamisvaiheessa tapahtuvia virheitä ja tekee raporteista sisällöllisesti tarkempia (Lin et al. 2014 & Zhang et al. 2017). Työkalun myötä tarkastuslistojen käyttöönotto yhtenäistää turvallisuuden valvonnan käytäntöjä eri työmailla. Tarkastuslistojen käyttö lisää tarkastustulosten uskottavuutta (Scriven 2000) ja auttaa parantamaan työturvallisuutta helpottamalla vaaratekijöiden löytämistä (Tappura et al. 2010). Kun sovellukseen liittyvää analytiikkaa saadaan kehitettyä tulevaisuudessa, voidaan valvonnan tuottaman turvallisuustiedon pohjalta lisäksi arvioida turvallisuuden kehityssuuntauksia. Kehityssuuntausten tunnistaminen mahdollistaa niihin reagoimisen (Uusitalo et al. 2009) ja tuottaa tietoa, jonka pohjalta Liikennevirasto voi kehittää turvallisuusjohtamisen käytäntöjään. Teemataarkastusten tuloksista on mahdollista laatia seurattavia indeksejä kustakin valvottavasta osa-alueesta.

Kohdeorganisaatiossa tulisi ottaa käyttöön kehitetyn viitekehyksen mukaiset säännölliset turvallisuustarkastukset työmaavalvonnassa. Tilaajan tekemien turvallisuusauditointien on tutkittu lisäävän urakoitsijoiden turvallisuuteen sitoutumista (Smallwood 2017). Säännölliset turvallisuuskierrokset ja niiden tuottama turvallisuustieto myös auttaa Liikennevirastoa pääsemään paremmin turvallisuusjohtamisjärjestelmänsä mukaiseen tavoitteeseen palveluntuottajien turvallisuusosaamisen ja sitoutumisen seurannassa. Lisäpanostus turvallisuuden valvontaan myös osoittaa Liikennevirastolle tutkimuksen kohdeorganisaation oman sitoutumisen turvallisuuteen. Kohdeorganisaatiossa täytyy kuitenkin ottaa huomioon, ettei tarkastusten käyttöönotto korvaa turvallisuusasioiden huomioimista jokapäiväisessä valvonnassa, kuten tähänkin asti. Tarkastusten tarkoituksena on tehostaa turvallisuusasioiden valvontaa kohdistamalla sitä säännöllisesti tiettyihin kohteisiin sekä tuottaa hankkeen osapuolille dokumentoitua turvallisuustietoa. Kohdeorganisaatiossa tulee myös arvioida, tulisiko valvojien alkaa teema- ja työvaihetarkastusten lisäksi suorittaa MVR-mittauksia työmailla säännöllisesti mobiilityökalua hyödyntäen. Tämä vaatii kuitenkin valvojille järjestettävää turvallisuuskoulutusta toteutuakseen.

Vaikka määräystenmukaisuuden toteutumisen ja hyvän turvallisuusilmapiirin välillä on yhteys (Petitta et al. 2017), voidaan määräystenmukaisuuden valvonnalla kuitenkin arvioida vain suppeasti urakoitsijoiden turvallisuussuorittumista kokonaisuudessaan (Davies 2018). Työkalun avulla suoritettavan valvonnan tulisikin keskittyä yksittäisten puuttevaintojen tekemiseen ja toimenpiteiden toteutumisen valvontaan. Työkalulla voidaan

myös seurata määräystenmukaisuuden eri osa-alueiden kehityssuuntauksia valvottavissa ratahankkeissa kokonaisuutena, mutta sen avulla luotuja turvallisuusindeksejä ei ole perusteltua käyttää esimerkiksi kriteerinä urakoiden kilpailutuksessa.

Ennen laajamittaista työkalun käyttöönottoa tulisi kohdeorganisaatiossa toteuttaa pilotti-hanke, jossa luodun viitekehysten mukaista turvallisuuden valvonnan viitekehystä ko-keillaan käytännössä yksittäisen hankkeen tai urakan aikana. Ennen kuin viitekehysten mukainen pilotointi on mahdollista, tulee kuitenkin keskeiset määritellyt sovelluksen li-säominaisuudet toteuttaa. Pilotoinnin jälkeen työkalun käytön viitekehystä tulee tarpeel-lisilta osin muokata ja täydentää, sekä määrittää tarpeellisia lisäkäyttäjävaatimuksia so-vellukselle. Mikäli RejCheck-sovelluksen kehittämistä ei kohdeorganisaatiossa päätetä jatkaa, tai työkalua ei oteta kohdeorganisaation Liikenneväylät-yksikössä käyttöön, voi-daan tämän diplomityön tuloksia hyödyntää myös muiden valvontasovellusten käyttöön-otossa. Tässä työssä käyttäjävaatimusmäärittelyn lähtökohtana oli kehitteillä olevan RejCheckin MVP-versio, mutta esiin tulleita käyttäjä- ja sidosryhmävaatimuksia voidaan tietyiltä osin käyttää esimerkiksi kriteereinä, mikäli päädytään valitsemaan markkinoilta valmis valvontatyökalu.

Tämän diplomityön kohteena olevan työkalun avulla ei voida vastata kaikkiin turvalli-suuden valvonnassa esiin tulleisiin ongelmiin kohdeorganisaatiossa. Turvallisuuden val-vontakäytäntöjen yhtenäistämiseksi kohdeorganisaatiossa tulee kiinnittää aiempaa enem-män huomiota valvojien koulutukseen ja pätevyysiin sekä selkeyttää valvontaa koskevia odotuksia. Kohdeorganisaatiossa olisi järkevää ottaa käyttöön esimerkiksi haastatteluissa esiin tullut 'turvallisuuden teemapäivä'. Tilaisuudessa turvallisuuskoordinaattorit ja val-vojat kokoontuisivat yhteen keskustelemaan turvallisuuden valvonnasta sekä keskeisistä lainsäädäntö- ja ohjemuutoksista. Valvojat voisivat teemapäivän aikana tuoda esiin kes-keisiä turvallisuuden valvontaan liittyviä ongelmia ja työmaiden yleisimpiä turvallisuus-puutteita. Teemapäivissä voitaisiin myös keskustella tarkastuslomakkeiden sisällöstä ja päivitystarpeista. Kun tarkastuslomakkeet päivitetään uusien ohjemuutosten myötä, jal-kautunevat ohjeiden mukaiset uudet vaatimukset myös työmaille ja urakoitsijoiden tur-vallisuusjohtamiseen valvojan mukana. Myös Liikenneviraston kannattaisi taholtaan sel-keyttää odotuksiaan työmaavalvojien turvallisuustehtäviin liittyen ja järjestää esimerkiksi valvojille kohdistettuja turvallisuuskoulutustilaisuuksia.

Kuten Farina et al. (2016) tutkimuksessaan toteavat, on turvallisuustarkastusten vaikutta-vuus sitä suurempaa, mitä laajemmin eri turvallisuuden osa-alueet niissä huomioidaan. Yhdellä tarkastuskerralla ei kuitenkaan ole työmaavalvonnassa järkevää huomioida liian useita kohteita, sillä se voi kasvattaa tarkastajan kognitiivisen kuorman niin suureksi, että tarkastuksen suorittaminen ei onnistu suunnitellulla tavalla (Liao et al. 2016 & Woodcock 2014). Tämä tulee kohdeorganisaatiossa ottaa huomioon, kun uusia tarkastuslistoja tule-vaaisuudessa luodaan. Uusien listojen tulee olla riittävän lyhyitä, mutta niitä tulee vaih-della työmaille riittävän usein, jotta tarkastukset kattavat mahdollisimman suuren osan

turvallisuuden eri osa-alueista. Teema- ja työvaihekohtaiset tarkastukset ovat kompromissi tarpeeksi helposti suoritettavien ja tarpeeksi monipuolisten sekä kattavien turvallisuustarkastusten välillä. Tämän työn aikana luotujen listojen lisäksi tulee tarkastuslitoja kohdeorganisaatiossa luoda muun muassa muita vaarallisia töitä ja uusia teemoja, kuten sähköturvallisuutta varten. Työkalua varten luotu turvallisuuden jaksoraporttiesimerkki (liite 7) on sisältömalli, jonka muotoilua tulee muuttaa selkeämmäksi, mikäli pilottihanke päätetään toteuttaa.

Myöhemmissä kehitysvaiheissa sovelluksen ja Liikenneviraston TURI-järjestelmän välisen liitäntäpinnan luominen helpottaisi riskienhallintatoimenpiteiden toteutumisen seurantaan. Sovelluksen liittäminen järjestelmään myös tuottaisi Liikennevirastolle lähes reaaliaikaista tietoa työmailta. Lisäksi urakoitsijoiden yhteensopivan järjestelmän käyttöönotto mahdollistaisi sen, että sovelluksella voitaisiin seurata heidän turvallisuustyötään, johon kuuluvat muun muassa suoritettavat MVR-mittaukset, poikkeamaraportit ja tapaturmataajuus. Tällöin tässä tutkimuksessa ideoituun viitekehukseen kuuluvat koostereportit saataisiin tuotettua automaattisesti RejCheckin avulla. Jatkokehityksessä lisäksi tulee selvittää, miten RejCheck voidaan liittää visuaalisen tiedonhallinnan ohjelmistoihin, mikäli sellainen kohdeorganisaatiossa otetaan käyttöön. RejCheckin avulla suoritetuista tarkastuksista olisi tällöin mahdollista koostaa karttakuva, joka helpottaisi hahmottamaan työmaiden tilannetta. Kohdeorganisaatiossa tulee myös selvittää lähitulevaisuudessa, kuinka konenäköä voidaan hyödyntää ratahankkeiden valvonnassa. Konenäköä ja -oppimista hyödyntävien työkalujen avulla voidaan helpottaa turvallisuustyötä, jossa kognitiivinen avustus on tarpeen (Zhan et al. 2014). Kohdeorganisaatiosta löytyy osaamista lisätyyn todellisuuteen liittyen. AR-teknologiaa on jo hyödynnetty rakennustyömaiden turvallisuustarkastuksissa (Li et al. 2018). Konenäön lisäksi AR-teknologian hyödyntämisen mahdollisuudet turvallisuuden valvonnassa on kohdeorganisaatiossa syytä selvittää.

Tietyiltä osin tämän diplomityön tuloksia voitaneen yleistää ratarakennuttamisen lisäksi myös muuhun rakennuttamiseen. Määritellyt vaatimukset ja luotu viitekehys kuitenkin pohjautuvat tutkimuksen kohdeorganisaation olemassa oleviin käytäntöihin, ja Liikenneviraston turvallisuusjohtamisen käytäntöihin, joten sellaisenaan niitä ei mahdollisesti voida soveltaa muihin rakennuttajaorganisaatioihin. Myöskään tutkimuksen aikana luotuja tarkastuslistoja ei suurelta osin voida käyttää muissa kuin ratarakennuttamistehtävissä, sillä ne sisältävät pääasiassa Liikenneviraston ohjeiden vaatimusten mukaisia turvallisuuden tarkastuskohteita. Turvallisuuden valvonnan viitekehys, johon sisältyvät teema- ja työvaihetarkastukset sekä työmaakohtaiset, riskienhallintaan pohjautuvat tarkastukset, voi olla toimiva ratkaisu ratahankkeiden lisäksi myös muussa rakennuttajaorganisaation suorittamassa valvonnassa.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä diplomityössä oli tavoitteena luoda menettelyjä, jotka yhtenäistävät kohdeorganisaatiossa entuudestaan vaihtelevia turvallisuuden valvonnan käytäntöjä. Tämän lisäksi tavoitteena oli helpottaa turvallisuushavaintojen tekemistä ja kirjaamista työmaakäyntien aikana kehittämällä valvojien käyttöön mobiilipohjainen työkalu. Työn ensimmäisenä osatehtävänä selvitettiin kohdeorganisaation turvallisuuden valvonnan nykytila. Valvojilla oli työssään käytössä hyviä turvallisuuden valvontaan ja urakoitsijan kanssa käytävään vuorovaikutukseen liittyviä menettelyjä. Nykytila-analyysissä nousi esiin myös useita turvallisuuden valvontaan liittyviä ongelmia. Kohdeorganisaation sisältä tai asiakasorganisaation taholta ei oltu ilmaistu selkeitä tavoitteita tai vaatimuksia valvojien turvallisuustyöhön liittyen. Valvojat kokivat lisäksi ongelmana Liikenneviraston turvallisuusohjeiden suuren määrän, jatkuvan muuttumisen ja ohjeiden ristiriitaisuudet. Myös kohdeorganisaation turvallisuuskoordinaattoreiden ja valvojien välisen tiedonkulun ja yhteistyön koettiin olevan osin puutteellista. Kohdeorganisaation valvojilla ei ollut käytössään työkaluja, kuten tarkastuslistoja, turvallisuuden valvontaa varten. Valvojat kiinnittivät työmailla huomiota turvallisuusseikkoihin, jotka he kokivat tärkeiksi aiempien kokemustensa perusteella. Valvontaraportit kirjattiin jälkikäteen käsin.

Nykytila-analyysissä esiin nousseisiin ongelmiin pyrittiin vastaamaan organisaatiossa kehitteillä olevan mobiilipohjaisen valvontatyökalun, RejCheckin, avulla. Tässä työssä määriteltiin työkalua ja sen käyttöä koskevia vaatimuksia. Työkalua kehitettiin ketterän kehityksen periaatteiden mukaisesti, joten varsinaista vaatimusmäärittelydokumenttia ei luotu. Vaatimusmäärittelyn yhteydessä haastateltiin eri sidosryhmiä, joita olivat kohdeorganisaation Liikenneväylät-yksikön päällikkö, Liikenneviraston projektipäällikkö, kohdeorganisaation turvallisuuskoordinaattorit ja valvojat. Vaatimusmäärittelyn mukaan työkalun ja sen käytön tuli pyrkiä muun muassa yhtenäistämään turvallisuuden valvonnan käytäntöjä, tuomaan turvallisuusasiat työmailla näkyvämmiin esille, tehostaa turvallisuuspuutteiden käsittelyä urakoitsijan kanssa sekä tuottamaan kattavampaa tietoa hankkeiden turvallisuustilanteista eri osapuolille. Työkalun keskeisimmiksi käyttäjävaatimuksiksi nousivat helpokäyttöisyys, yksinkertaisuus ja käyttäjäsyötteiden tekemisen nopeus.

Työkalun käyttöä varten luotiin nykytilan ja vaatimusten pohjalta viitekehys, joka huomioi tarkastusten havainnoista tiedottamisen hankkeen tai urakan rakennuttajan, urakoitsijan ja tilaajan välillä. Viitekehys yhdistää turvallisuuden valvonnan ja hankkeiden riskienhallinnan. Valvonnan turvallisuushavainnot liitetään viitekehyksessä osaksi urakoitsijan omaa turvallisuusseurantaa, turvallisuuskoordinaattorin katselmusten tuloksia sekä tapaturma- ja turvallisuuspoikkeamatietoja. Havainnoista ja urakoitsijan turvallisuusseurannan tuloksista tuotetaan tilaajaa varten jaksottaiset ja hankekohtaiset yhteenvetorapor-

tit. Raporttien pohjalta tilaajan on mahdollista arvioida hankkeen turvallisuustyön onnistumista ja analysoida turvallisuuden kehityssuuntauksia. Kehityssuuntausten pohjalta tilaaja voi arvioida omien toimenpiteidensä toimivuutta ja kehittää edelleen turvallisuusjohtamisjärjestelmäänsä.

Luodun viitekehyksen sekä valvojien haastatteluissa esiin tulleiden vaatimusten pohjalta luotiin valvontatyökalua varten turvallisuuden tarkastuslistoja. Listojen tuli olla riittävän lyhyitä, joustavia käyttää ja helposti tulkittavia. Listoja luotiin turvallisuusteemoja ja yksittäisten työvaiheiden seurantaan varten. Listoja varten kartoitettiin etenkin lainsäädännön ja Liikenneviraston ohjeiden asettamat turvallisuusvaatimukset.

Tämän diplomityön aikataulun puitteissa ei ollut mahdollista toteuttaa laajamittaista pilotointia, jossa työkalun toimivuutta kokeiltaisiin ratahankkeessa. Kokeilujen perusteella luodun viitekehyksen mukaiselle turvallisuuden valvonnalle ei kuitenkaan ole esteitä. Tehdyissä kokeiluissa työkalun käyttö osoittautui helpoksi ja kokeillut listat olivat täydennettävissä työmaolosuhteissa vaivattomasti. Sovelluksen ja listojen käyttöönoton voidaan olettaa yhtenäistävän ja parantavan turvallisuuden valvonnan laatua luoden samalla analysoitavaa dataa kohdeorganisaation sisäistä käyttöä ja asiakasta, eli Liikennevirastoa varten. Mobiilipohjaisen valvontasovelluksen käyttöönotto luodun viitekehyksen mukaisesti lisäänee määräystenmukaisuuden toteutumista ja parantanee turvallisuutta valvottavilla työmailla.

LÄHTEET

Aksorn, T., Hadikusumo, H. 2008. Measuring effectiveness of safety programmes in the Thai construction industry. *Construction management and economics* vol. 26, ss. 409-421.

Albert, A., Hallowell, M., Kleiner, B. 2014. Experimental field testing of a real-time construction hazard identification and transmission technique. *Construction Management and Economics* vol. 32, ss. 1000-1016.

Alshamrani, A., Bahattab, A. 2015. A Comparison Between Three SDLC Models Waterfall Model, Spiral Model, and Incremental/Iterative Model. *International Journal of Computer Science Issues*, vol. 12, ss. 106-111.

Bowie, P., Ferguson, J., MacLeod, M., Kennedy, S., de Wet, K., McNab, D., Kelly, M., McKay, J., Atkinson, S. 2015. Participatory design of a preliminary safety checklist for general practice. *British Journal of General Practice*, vol. 65, Iss 634, ss. 330-343.

Burnay, C., Jureta, I., Faulknet, S. 2014. What stakeholders will or will not say: A theoretical and empirical study of topic importance in Requirements Engineering elicitation interviews. *Information Systems* 46, ss. 61-81.

Christensen, M., Thayer, R. 2011. *The Project Manager's Guide to Software Engineering's Best Practices*. Wiley-IEEE Press.

Corral, L., Sillitti, A., Succi, G. 2013. Software Development Processes for Mobile Systems - Is Agile Really Taking Over the Business? 1st International Workshop on the Engineering of Mobile-Enabled Systems (MOBS).

Davies, K. 2018. Performance based versus compliance based. European Union Agency for Railways. *Trafi Raide 2018 – sidosryhmätilaisuus*.

Direktiivi rautateiden turvallisuudesta EU 2016/798.

Douglass, B. 2016. *Agile Systems Engineering*. Elsevier.

Engel, A. 2010. *Verification, Validation and Testing of Engineered systems*. Wiley.

EU-OSHA. 2018. Työturvallisuutta ja työterveyttä koskeva puitedirektiivi. [www] Viitattu 7.8.2018. Saatavissa: <https://osha.europa.eu/fi/legislation/directives/the-osh-framework-directive/the-osh-framework-directive-introduction>

Euroopan komission täytäntöönpanoasetus Euroopan komission täytäntöönpanoasetus (402/2013) riskien arviointia koskevasta yhteisestä turvallisuusmenetelmästä ja asetuksen (EY) N: o 352/2009 kumoamisesta.

Farina, E., Bena, A., Fedeli, U., Mastrangelo, G., Veronese, M., Agnesi, R. 2016. Public Injury Prevention System in the Italian Manufacturing Sector: What Types of Inspection are More Effective? *American Journal of Industrial Medicine* vol. 59, ss. 315-321.

Fernandez-Muñiz, B., Montes-Peon, J., Vazquez-Ordas, C. 2007. Safety culture: Analysis of the causal relationships between its key dimensions. *Journal of Safety Research* vol. 38 Iss. 6, ss. 627-641.

Ferre, X., Juristo, N., Windl, H., Constantine, L. 2001. Usability Basics for Software Developers. *IEEE Software* tammi/helmikuu 2001, ss. 22-29.

Fisher, M. 2007. Software verification and validation: An engineering and scientific approach. Springer.

Gilb, T. 2010. What's Wrong with Requirements Specification? An Analysis of the Fundamental Failings of Conventional Thinking about Software Requirements, and Some Suggestions for Getting it Right. *Journal of Software Engineering & Applications* vol. 3, ss. 827-838.

Grady, J. 2007. System Verification-Proving the Design Solution Satisfies the Requirements. Elsevier.

Hales, B., Provonost, P. 2006. The Checklist – a tool for error management and performance improvement. *Journal of Critical Care* vol. 21, ss. 231-235.

Harrison, R., Flood, D., Duce, D. 2013. Usability of mobile applications: literature review and rationale for a new usability model. *Journal of Interaction Science* 1:1, ss. 1-16.

Hietavirta, J., Niskanen, T., Patrikainen, H., Päivärinta, K., von Hertzen, P. 2011. Rakennustöiden turvallisuusmääräykset selityksineen 2011-2012. Rakennusalan kustantajat RAK. 214 s.

Hu, Z., Yuan, Q., Zhang, X. 2009. Research on Agile Project Management with Scrum method. *IITA International Conference on Services Science, Management and Engineering*.

Huang, X., Hinze, J. 2006. Owner's Role in Construction Safety. *Journal of construction engineering and management* vol. 132(2), ss. 164-173.

Hull, E., Jackson, K., Dick, J. 2011. Requirements Engineering. Springer.

Hutter, B. 2001. Regulation and Risk – Occupational Health and Safety on the Railways. Oxford University Press.

Ihme, T. 2012. Scrum adoption and architectural extensions in developing new service applications of large financial IT systems. Journal of Brazilian Computer Society vol. 19, ss. 257-274.

ISO 45001. Työterveys- ja työturvallisuusjohtamisjärjestelmät. Vaatimukset ja niiden soveltamisohjeita.

ISO 9241-11:2018. Ergonomics of human-system interaction. Part 11: Usability: Definitions and concepts.

Jalava, T., Nurminen, J. 2007. Mobile phone as an inspection tool- Experiences with a service for field force. 21st International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops.

Jalote, Pankaj. 2005. An Integrated Approach to Software Engineering. Springer Science+Business Media Inc.

Jeelani, I., Albert, A., Gambatese, J. 2017. Why Do Construction Hazards Remain Unrecognized at the Work Interface? Journal of Construction Engineering Management vol. 143, Iss 5.

Joyce, G., Lilley, M., Barker, T., Jefferies, A. 2015. Smartphone Application Usability Evaluation: The Applicability of Traditional Heuristics. 4th International Conference on Design, User Experience and Usability vol. 9187, ss. 541-550.

Kasanen, E., Lukka, K., Siitonen, A. 1993. The constructive approach in management accounting research. Journal of Management Accounting Research vol. 5.

Kemikaalilaki 599/2013.

Kirmani, M. Agile Development Method for Mobile Applications: A study. 2017. International Journal of Advanced Research in Computer Science vol. 8 No 5, ss. 1421-1425.

Koskinen, T. & Mironen, A. 2003. Turvallinen ja terveellinen työpaikka on jokaisen oikeus. Uusi työturvallisuuslaki. Valkealan Painokarelia.

Laitinen, H., Marjamäki, M., Päivärinta, K. 1999. The validity of the TR observation method on building construction. Accident Analysis and Prevention vol. 31, ss. 463-472.

Lewis, J. Usability: Lessons Learned... and yet to Be Learned. 2014. International Journal of Human-Computer Interaction vol. 30, ss. 663-684.

Li, X., Yi, W., Chi, H., Wang, X., Chan, A. 2018. A critical review of virtual and augmented (VR/AR) applications in construction safety. *Automation in Construction* 86, ss. 150-162.

Li, Y., Guldemund, F. 2018 Safety management systems: A broad overview of the literature. *Safety Science* vol. 103, ss. 94-123.

Liao, P., Jiawei, D., Wang, X. 2016. Enhancing Cognitive Control for Improvement of Inspection Performance: A Study of Construction Safety. Department of construction management, Tsinghua University, Beijing, China.

Liikennevirasto 2011. Palveluntuottajien ohjaus ja valvonta rautatietointojen turvallisuusasioista. Ohje Dnro 4252/065/2011.

Liikennevirasto 2015. Liikenneviraston kotisivut. [www] Viitattu 4.7.2018. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/hankinnat#.Wzzoz9IzY2x>

Liikennevirasto 2017. Liikenneviraston kotisivut. [www] Viitattu 4.7.2018. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/rataverkko/turvallisuus#.WwvAJUiFNq>

Liikennevirasto 2018 A. Liikenneviraston kotisivut. [www] Viitattu 4.7.2018. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/rataverkko#.Wwu-9EiFNq>

Liikennevirasto 2018 B. Liikenneviraston kotisivut. [www] Viitattu 4.7.2018. Saatavissa: https://www.liikennevirasto.fi/ratahankkeet/rata_rakenteilla

Liikennevirasto 2018 C. Turvallisuusmenettelyjen käsikirja rautatietoinnoissa.

Liikennevirasto 2018 D. Rautatietointojen turvallisuusjohtamisjärjestelmä. Käsikirja.

Lin, K., Tsai, M., Gatti, U., Lin, J., Lee, C., Kang, S. 2014. A user-centered information and communication technology (ICT) tool, to improve safety inspections. *Automation in Construction* vol. 48, ss. 53-63.

Lindblom, L., Hansson, S. 2004. Evaluating workplace inspections. *Policy and Practice in Health and Safety* vol. 2, Iss. 2, ss.77-91.

LIVI/6202/06.04.01/2018. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 1 Yleiset perusteet.

Lukka, K. 2001. Konstruktiivinen tutkimusote. [www] Viitattu 19.10.2018. Saatavissa: <https://metodix.fi/2014/05/19/lukka-konstruktiivinen-tutkimusote/>

Mahmud, D., Abdullah, N. 2015. Reviews on Agile Methods in Mobile Application Development Process. 9th Malaysian Software Engineering Conference.

- McWherther, J., Gowell, S. 2012. Professional Mobile Application development. John Wiley & Sons.
- Michael, J., Drusinsky, D., Otani, T., Shink, M. 2011. Verification and Validation for Trustworthy Software Systems. IEEE Software vol. 28, Iss 6, ss. 86-92.
- Mol, T. 2003. Productive Safety Management. Butterworth-Heinemann.
- Nayebi, F., Desharnais, J., Abran, A. 2013. An Expert-based Framework for Evaluating iOS Application Usability. Joint Conference of the 23rd International Workshop on Software Measurement (IWSM) and the Eight International Conference on SOftware Process and Product Management (Mensura), ss. 147-155.
- Neto, O., Pimentel, M. 2013. Heuristics for the Assessment of Interfaces of Mobile Devices. WebMedia'13, lokakuu, ss. 5-8.
- Nielsen, J. 1993. Usability Engineering. Academic Press.
- Norokorpi, L., Penttinen, M., Peni-Nyman, A. 2016. Tie-, rata- ja vesiväylähankkeiden turvallisuuspoikkeamat 2015. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 31/2016.
- Ochodek, M. & Kopczynska, S. 2018. Perceived importance of agile requirements engineering practices – A survey. The Journal of System & Software vol. 143, ss. 29-43.
- OHSAS 18001. Työterveys- ja työturvallisuusjohtamisjärjestelmät. Vaatimukset.
- Paasivaara, M., Durasiewicz, S., Lassenius, C. 2009. Using Scrum in Distributed Agile Development: A Multiple Case Study. Fourth IEEE International Conference on Global Software Engineering.
- Park, S., Byeon, J., Whang, M., Park, Y. 2014. Bad Symptoms for Usability of Mobile Applications. 2014 International Conference on IT Convergence and Security (ICITCS).
- Petitta, L., Probst, T., Barbaranelli, C., Ghezzi, V. 2017. Disentangling the roles of safety climate and safety culture: Multi-level effects on the relationship between supervisor enforcement and safety compliance. Accident Analysis and Prevention vol. 99, ss. 77-89.
- Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO). Liikenneviraston ohjeita 7/2018.
- Rantanen, E., Mäkelä, T., Sauni, S. 2006. Rakennuttajan tehtävät ja hyvät käytännöt rakennushankkeen turvallisuuden varmistamisessa. VTT Tutkimusraportti.
- Rautatielaki 304/2011.
- Reiman, T., Pietikäinen, E. 2012. Leading indicators of system safety – Monitoring and driving the organizational safety potential. Safety Science 50 (2012), ss. 1993-2000.

Rejlers 2018 A. Rejlers Finland Oy:n kotisivut. [www] Viitattu 2.7.2018. Saatavissa: <https://www.rejlers.fi/Yritys/Konserni/>

Rejlers 2018 B. Rejlers Finland Oy:n kotisivut. [www] Viitattu 2.7.2018. Saatavissa: https://www.rejlers.fi/Toimialat_ja_palvelut/

Rejlers 2018 C. Rejlers Finland Oy:n kotisivut. [www] Viitattu 27.11.2018. Saatavissa: <https://www.rejlers.fi/Yritys/Strategia/>

Retzlaff, R. 2006. Audits & Inspections: Improving Efficiency with Technology. Professional Safety vol. 51, Iss 12, ss. 42-45.

Saaranen-Kauppinen, A., Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV – Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietovarasto. [www] Viitattu 27.8.2018. Saatavissa: <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/index.html>

Schwaber, K. 2004. Agile Project Management with Scrum. Microsoft Press.

Scriven, M. 2000. The logic and methodology of checklists. Western Michigan University.

Sinkkonen, I., Kuoppala, H., Parkkinen, J., Vastamäki, R. 2006. Käytettävyyden psykologia. Edita Publishing Oy.

Slieger, M. 2011. Agile project management with Scrum. PMI® Global Congress 2011.

Smallwood, J. 2017. The Impact of a Client Contractor Health and Safety (H&S) Programme on Contractor H&S Performance. Procedia Engineering vol. 196, ss. 996-1002.

Sommerville, I., Sawyer, P. 1997. Requirements Engineering: A Good Practice Guide. Wiley.

Stoica, M., Mircea, M., Ghilic-Micu, B. 2013. Software Development: Agile vs. Traditional. Informatica Economica. vol. 14, ss. 64-76.

Tappura, S., Hämäläinen, P., Saarela, K., Luukkonen, O. 2010. Mittaaminen osana työturvallisuuden johtamista. Työturvallisuuskeskus.

Trafi 2016. Trafin kotisivut. [www] Viitattu 5.7.2018. Saatavissa: <https://www.trafi.fi/raideliikenne/saadokset>

Trafi 2018. Säädökset. [www] Viitattu 17.7.2018. Saatavissa: <https://www.trafi.fi/raideliikenne/saadokset>

Työsuojelu 2015 A. MVR-mittari. [www] Viitattu 12.7.2018. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/tyosuojelu-tyopaikalla/tyoolosuohdemittarit/mvr-mittari>

Työsuojelu 2015 B. Työnantajan vastuu. [www]. Viitattu 10.12.2018. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/tyosuojelu-tyopaikalla/vastuut-tyosuojelussa/tyonantaja>

Työsuojelu 2017. TR-mittari. [www] Viitattu 12.7.2018. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/tyosuojelu-tyopaikalla/tyoolosuhdemittarit/tr-mittari->

Työsuojelu 2018. Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu. [www] Viitattu 5.7.2018. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/rakennusala>

Työsuojeluhallinto 2010. Turvallisuusjohtaminen. Työpaikkatiedote 5/2010. [www] Viitattu 20.9.2018. Saatavissa: https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/899621/Tyopaikkatiedote_5_2010.pdf/753b2925-29a3-42f6-95a5-766428268b9a

Työturvallisuuskeskus 2014. Rakennuttajan ja turvallisuuskoordinaattorin tehtävät rakennushankkeessa.

Työturvallisuuslaki 738/2002.

Uusitalo, T., Heikkilä, J., Rantanen, E., Lappalainen, J., Liuhamo, M., Palukka, P., Hämmäläinen, P. 2006. Ennakoiva ja joustava turvallisuuden johtaminen. Resilienssi Suomessa. VTT-R- 09394-09.

Walker, I., Reshamwalla, S., Wilson, I. 2012. Surgical safety checklists: do they improve outcomes? British Journal of Anesthesia vol. 109, ss. 47-54.

Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä 715/2001.

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009.

Valtioneuvoston asetus rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta 372/2011.

Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 403/2008.

Valtioneuvoston päätös henkilönsuojaimista 1406/1993.

Valtioneuvoston päätös henkilönsuojainten valinnasta ja käytöstä työssä 1407/1993.

Weadock, V. 2003. Easier EH&S Auditing. Occupational Health & Safety vol. 72, ss. 20.

Woodcock, Kathryn. 2014. Model of Safety Inspection. Safety Science vol. 62, ss. 145-156.

Wu, H., Zhao, J. 2018. An intelligent vision-based approach for helmet identification for work safety. Computers in Industry, elokuu 2018, ss. 267-277.

Wu, T., Lin, C., Shiau, S. 2010. Predicting safety culture: The roles of employer, operations manager and safety professional. *Journal of Safety Research* vol. 41, ss. 423-431.

Zhan, K., Guizilini, V., Ramos, F. 2014. Dense Motion Segmentation for First-Person Activity Recognition. 13th International Conference on Control, Automation, Robotics & Vision.

Zhang, H., Chi, S., Yang, J., Nepal, M., Moon, S. 2017. Development of a Safety Inspection Framework on Construction Sites Using Mobile Computing. *Journal of Management Engineering* vol. 33, Iss 3.

LIITE 1: VALVOJAN TEEMAHAASTATTELURUNKO

pvm

Perustiedot (työnkuva, urahistoria, koulutustausta)

Turvallisuuden valvonnan nykytila:

1. Käytännöt valvojan työssä

- Millainen on tyypillinen työmaakäynti, mitä siihen sisältyy?
- Mitä valmisteluja työmaakäynteihin liittyy?
- Millaiset ovat käytäntösi valvonnan raportoinnissa?

2. Turvallisuuden rooli työmaavalvonnassa

- Millaiseksi koet turvallisuuden roolin työmaavalvonnassa?
- Miten turvallisuuskoordinaattorin ja valvojan turvallisuuteen liittyvät tehtävät ja vastuut eroavat?
- Millaista yhteistyötä valvoja ja turvallisuuskoordinaattori tekevät?
- Tunnetko mielestäsi hyvin työturvallisuuteen liittyvän lainsäädännön ja Liikenneviraston ohjeiden turvallisuusvaatimukset? Ovatko ne selkeitä?
- Mistä tietolähteistä saat/etsit/olet saanut turvallisuuteen liittyvää tietoa?
- Mihin turvallisuuteen liittyviin kohteisiin tyypillisesti kiinnität huomiota työmaalla?

3. Ongelmat turvallisuuden valvonnassa

- Mitä ongelmia turvallisuuden valvontaan liittyy?
- Ovatko turvallisuuden valvontaan liittyvät odotukset selkeitä? Kaipaisitko lisäohjeistusta?

Vaatimusmäärittely (listat ja sovellus):

1. Uskotko, että mobiilipohjaisesta työkalusta olisi hyötyä työssäsi?
2. Mitä haittaa tai ongelmia mobiilipohjaisen työkalun käyttöönottoon voi liittyä?
3. Kuinka paljon olisit valmis tai uskoisit pystyväsi käyttämään aikaa yhdellä kertaa pelkän turvallisuuskierroksen tekemiseen?
4. Kuinka usein olisit valmis tai uskoisit ehtiväsi tekemään työmaalla pelkän turvallisuuskierroksen?
5. Millaisiin kohteisiin/työvaiheisiin listoja tulisi olla?
6. Mitä muita ominaisuuksia toivot sovellukselta/tarkastuslistoilta? Millainen sovelluksen tulisi olla?

LIITE 2: TURVALLISUUSKOORDINAATTORIN (/RISKIENHALLINAN ASiantuntijan) TEEMAHAASTATTELURUNKO

pvm

Perustiedot (työnkuva, urahistoria, koulutustausta)

Valvonnan nykytila:

1. Turvallisuukskoordinaattorin ja valvojan roolit turvallisuuden osa-alueella

- Miten turvallisuukskoordinaattorin ja valvojan turvallisuuteen liittyvät tehtävät ja vastuut eroavat?
- Millaista yhteistyötä turvallisuukskoordinaattori ja työmaavalvoja tekevät?
- Kuinka usein itse tyypillisesti käyt työmaakohteessa, jossa olet turvallisuukskoordinaattorina?

2. Valvojan turvallisuustehtävät

- Mitä ongelmia koet turvallisuuksasioiden valvontaan liittyvän?
- Millaisia hyviä käytäntöjä turvallisuuden valvonnassa on tullut vastaan?
- Oletko tyytyväinen valvojien turvallisuuksasioihin liittyvään raportointiin?
- Koetko, että valvojien osaaminen turvallisuuksasioihin liittyen on riittävää?

Vaativuudsmäärittely (sovellus ja listat):

1. Millaista turvallisuuksustietoa haluat saada työmaavalvojilta, kuinka usein?
2. Millaisiin kohteisiin tai teemoihin liittyviä tarkastuslistoja tulee olla? (Teematar-
kastukset ja työvaihekohtaiset tarkastukset)
3. Millaaisia turvallisuuksraportteja valvonnan tulee tuottaa (yksittäiset tarkastusrapor-
tit ja yhteenvetoraportit)? Mitä ominaisuuksia turvallisuuksraporteissa tulee olla ja
miten ne tulee muotoilla?
4. Mitä muita ominaisuuksia valvontatyökalulla tulee olla?

LIITE 3: YKSIKKÖJOHDON TEEMAHAASTATTELURUNKO

pvm

1. Työkalun tarkoitus

- Ketä varten työkalulla halutaan tuottaa tietoa?
- Millaista tietoa työkalulla halutaan tuottaa organisaation sisällä hyödynnettäväksi?
- Millaista tietoa työkalulla halutaan tuottaa asiakasorganisaatiolle?
- Mitä hyötyjä työkalulla halutaan saavuttaa?
- Millaisia raportteja turvallisuuteen liittyviä raportteja työkalun tulee tuottaa ja miten niitä tulee hyödyntää?
- Korvaako työkalu kokonaan muiden valvontaraporttien tekemisen?

2. Työkalua koskevat vaatimukset

- Kuinka paljon aikaa työkalun käyttämisen oppiminen saa korkeintaan kestää?
- Kuinka paljon aikaa yhden turvallisuuskierroksen suorittaminen saa valvojalla korkeintaan kestää?
- Mistä syistä työkalun käyttöönotto voisi epäonnistua?
- Muut vaatimukset tuotetta varten?

LIITE 4: LIIKENNEVIRASTON EDUSTAJAN TEEMAHAASTATTELURUNKO

1. Valvojan rooli

- Millainen rooli valvojalla tulee olla turvallisuustyössä hankkeiden aikana?
- Mitä valvojilta odotetaan turvallisuuden valvonnan suhteen?

2. Nykyiset käytännöt

- Millaisia hyviä käytäntöjä turvallisuuden valvonnassa on tullut hankkeissa vastaan?
- Millaisia puutteita turvallisuuden valvontaan liittyy?

3. Huomioitavat asiat

- Millaisiin teemoihin tai työvaiheisiin turvallisuusvalvontaa tulee erityisesti kohdistaa?

4. Raportit Tilaajan suuntaan

- Millaisia turvallisuuteen liittyviä raportteja valvonnan tulee hankkeista tuottaa?
- Kuinka usein Tilaaja haluaa turvallisuuteen liittyviä raportteja?
- Millainen sisältö raporteissa tulee olla?
- Mitä turvallisuuden tunnuslukuja raporttien tulee sisältää?

5. Havaintojen käsittely urakoitsijan kanssa

- Millaisin menettelyin/missä yhteydessä työmaavalvonnan turvallisuushavaintoja tulee käsitellä urakoitsijan kanssa?

LIITE 5: REJCHECKIN NYKYVERSION RAPORTTI

General

Kohde Kemijärvi hanhikoski
Auditor Eetu Wallius
Audited 04.07.2018 10:20 - 15:56
Form Turvallisuuskierros - Kiskon&päälysrakenteen vaihto (V. 1)

Date/Time 10:20:00

Geolocation



(66.7111466,27.2246586)

Suojavarusteet ja huomiovaatetus

Huomioliivien käyttö

• Kunnossa

Turvakenkien käyttö

Kunnossa

Henkilökortit ja merkinnät Turva-pätevyyksistä

Kunnossa

Ohitusjohtimet

• Kunnossa

Työkoneen tarkastus

Kyllä

Ensiapuvälineet

Kunnossa

Alkusammutin

Kunnossa

Työkoneen yleiskunto

Kunnossa



Image 1

LIITE 6: MÄÄRITELLYT KÄYTTÄJÄVAATIMUKSET

	Vaatusmus
R001	Sovellusta voi käyttää suomen kielellä
R002	Oikea lomake löytyy sovelluksella nopeasti
R003	Sovelluksessa on hanke/urakkakohtainen valikko
R004	Sovelluksessa on kalenterinäkymä
R005	Kalenterinäkymässä näkyvät suunnitellut tarkastukset
R006	Sovellus jaottelee suoritettut tarkastukset hankekohtaisesti
R008	Sovellus jaottelee keskeneräiset tarkastukset hankekohtaisesti
R009	Sovelluksessa on muistutustoiminto, joka muistuttaa suunnitelluista tarkastuksista
R010	Käyttäjäsyyötteiden tuottaminen sovelluksella on nopeaa
R011	Sovelluksessa kommenttien sanelutoiminto
R012	Sovelluksella voi lisätä merkintöjä otettuihin kuviin tarkastusta tehdessä
R013	Listoihin voi lisätä värikoodauksen eri valinnoille
R014	Tarkastusta tehdessä on mahdollista kopioida yksittäinen syötekenttä
R015	Lomakkeita luodessa listoihin voidaan liittää kuvia käyttäjää varten
R016	Lomakkeita luodessa listoihin voidaan liittää internetlinkkejä käyttäjää varten
R017	Toisen käyttäjän on mahdollista kommentoida täytettyä lomaketta
R018	Toisen käyttäjän on mahdollista muokata täytettyä lomakkeita
R019	Raportti voidaan koostaa usean eri lomakkeen tiedoista.
R020	PDF-raporteissa kuva ja kuvateksti ovat samalla sivulla
R021	Sovelluksen avulla voi jakaa tarkastusraportteja sähköpostitse

R022	Sovellus tuottaa jatkotarkastuslomakkeita havaittujen puutteiden korjaamisen seuraamiseksi.
R023	Jatkotarkastuksia varten voidaan lomakkeisiin määritellä jatkotoimenpiteen vastuutaho.
R024	Sovelluksella voidaan suorittaa MVR-mittaus

LIITE 7: TURVALLISUUDEN JAKSORAPORTIN MALLI



Turvallisuuden valvonnan jaksoraportti

Esimerkkityömaa 23.9.-30.10.2018

1. Aikavälillä toteutuneet turvallisuuden valvontakierrokset

Kaivutyön turvallisuus - 27.9.2018 7:47:39 - Suorittajan Nimi

Työkoneen tarkastus - 24.9.2018 12:39 - Suorittajan Nimi

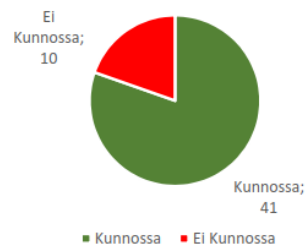
Vaihteen asennus - 24.9.2018 13:02:28 - Suorittajan Nimi

Turvallisuuskirjeet - 27.9.2018 7:49:59 - Suorittajan Nimi

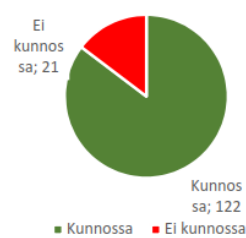
2. Tarkastetut turvallisuuskohteet

Tarkasteluvälillä kunnossa 80,4 %, kokonaisuudessaan hankkeen aikana 85,3%

Tarkastelujakson aikana



Hankkeen aikana



3. Valvonnan turvallisuushavainnot aikavälillä

Kaivutyön turvallisuus - 27.9.2018 7:47:39

1. Rakennustarvikkeiden varastointi siten, etteivät ne vieri kaivantoon
Kuvaus: Putki lähellä kaivantoa.

2. Nousu- ja kulkutiet kaivantoon
Kuvaus: Ei kulkutietä syvään kaivantoon

Työkoneen tarkastus - 24.9.2018 12:39 Kiskopyöräkaivinkone

3. Työkoneen yleiskunto
Kuvaus: Etupeili rikki

4. Ensiapuvälineet
Kuvaus: Ei ensiapupakkausta koneessa

5. Turvallinen työskentelyetäisyys määritetty
Kuvaus: Ei määriteltynä tarkastuspöytäkirjaan



Vaihteen asennus - 24.9.2018 12:59:56

6. Nostoapuvälineiden soveltuvuus
 Kuvaus: Nostoapuväline kielen ympärillä

Turvallisuusdokumentit - 27.9.2018 7:49:59

7. Riskienhallintasuunnitelma
 Kuvaus: Vanha versio työmaalla.

8. Viikoittaisen turvallisuusseurannan lomakkeet
 Kuvaus: Ei viikolta 33.

9. Yötyölupa
 Kuvaus: Ei yötyölupaa

10. Maadoitussuunnitelma
 Kuvaus: Ei maadoitussuunnitelmaa

4. Korjaavien toimenpiteiden suorittaminen

Yhteensä 2 kpl.

1. *Työkoneen tarkastus - 24.8.2018 12:39 Kiskopyöräkaivinkone*
 Ensiapuvälineet
 Kuvaus: Puuttuvat koneesta
Työkoneen tarkastus - 24.9.2018 13:39 Kiskopyöräkaivinkone
 Ensiapuvälineet
 Kuvaus: Ensiapupakkaus hankittu työkoneeseen

2. *Kaivutyön turvallisuus - 29.8.2018 7:47:39*
 Nousu- ja kulkutiet kaivantoon
 Kuvaus: Ei kulkutietä syvään kaivantoon
Kaivutyön turvallisuus - 27.9.2018 10:47:39
 Nousu- ja kulkutiet kaivantoon
 Kuvaus: Kaivantoon rakennettu kulkutie

5. Aikavälin turvallisuuspoikkeamat

27.9.2018 09:30 – Kaapelirikko

Urakoitsijan kuvaus tapahtuneesta: Kaivutyön yhteydessä kaapeli katkesi raiteen r01 läheisyydessä. Kaapelinkorjauksen toimenpiteet suoritettiin välittömästi.

Poikkeama on käsitelty työmaakokouksessa 5.10.2018



6. Tapaturmat

1. 12.9.2018

Kuvaus: Työntekijälle kämmeneen ruhje työmaadoituksia tehdessä.

Poissaolopäivien lukumäärä: 3

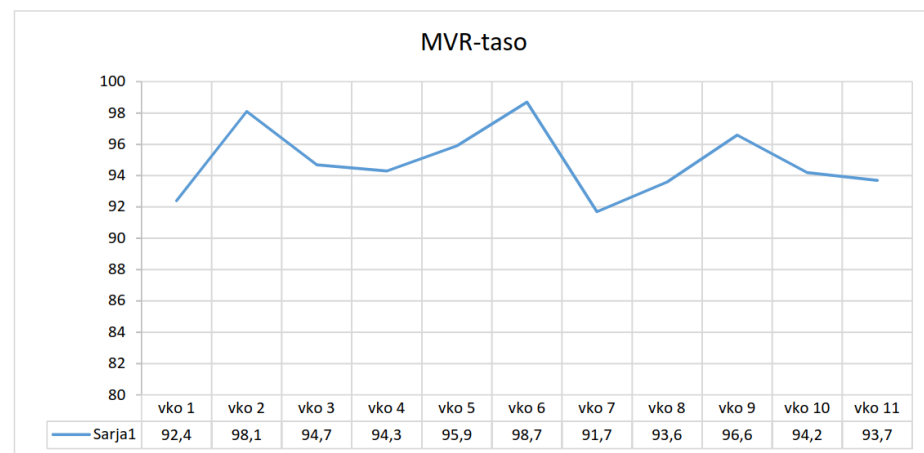
Kumulatiiviset työtunnit: 1200 h

Tapaturmataajuus: 833 (/miljoona työtuntia)

Työtapaturmapoissaoloprosentti: 1,9%

7. Urakoitsijan suorittama turvallisuusseuranta

MVR-mittausten keskiarvo: 94,9 %



Liite 1: Valokuvat turvallisuushavainnoista

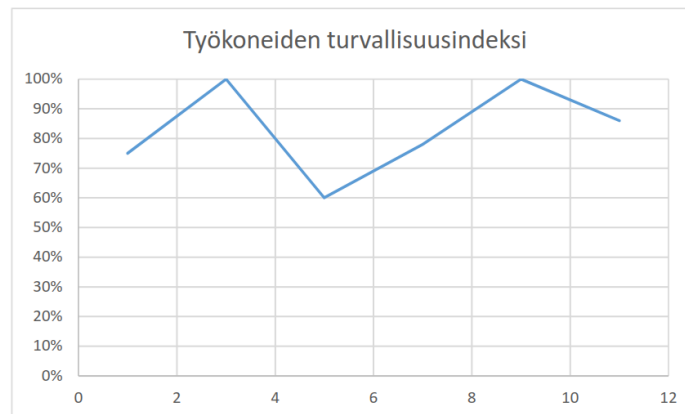


Turvallisuuden valvonnan hankeraportti

Hankkeen nimi

1. Turvallisuuden valvonnan tulokset

Kunnossa-havaintojen osuus kokonaisuudessaan 85,3%



Suoritetut työvaihekohtaiset tarkastukset:

1.10.2018 Vaihteen asennus - Kunnossa 85 %

19.10.2018 Henkilönosto – Kunnossa 77 %

2. Hankkeen turvallisuuspoikkeamat

- 27.9.2018 09:30 – Kaapelirikko



Urakoitsijan kuvaus tapahtuneesta: Kaivutyön yhteydessä kaapeli katkesi raiteen r01 läheisyydessä. Kaapelinkorjauksen toimenpiteet suoritettiin välittömästi.

Poikkeama on käsitelty työmaakokouksessa 5.10.2018

3. Tapaturmat

12.9.2018

Kuvaus: Työntekijälle kämmeneen ruhje työmaadoituksia tehdessä.

Poissaolopäivien lukumäärä: 3

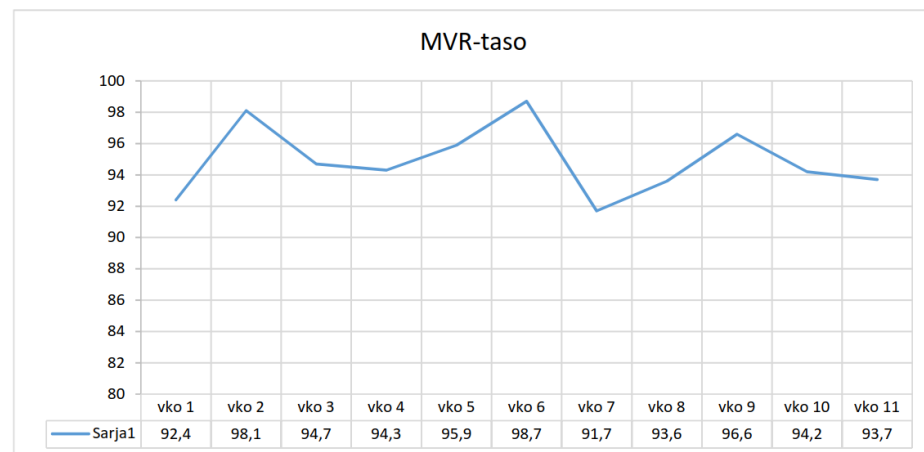
Hankkeen työtunnit: 1200 h

Tapaturmataajuus: 833 (/miljoona työtuntia)

Työtapaturmapoissaoloprosentti: 1,9%

4. Urakoitsijan suorittama turvallisuusseuranta

MVR-mittausten keskiarvo: 94,9 %



Liite 1: Lista valvonnan aikana tehdyistä turvallisuuspuutehavainnoista

LIITE 8: LAADITUT TARKASTUSLISTAT

Vaihteen asennus (nosto) - turvallisuus		Tarkenne
Työmaa		
Sijainti		
Päivämäärä/aika		
Keskeistä säännöstöä	Vaihde-elementtien nosto ja siirto (linkki)	
Kuva nostokalustosta		
Kuva asennustyöstä		
Nostokalusto nostoon hyväksytty. Nostokapasiteetti riittävä	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Elementtien nosto nosturilla
Maapohjan kantavuus nosturin alla riittävä	Kunnossa Ei kunnossa Muu	
Nostopisteiden merkintä, nosto nostopisteiden kohdalta	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Keltainen kolmio elementissä
Elementin massan merkintä	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Elementtiä ei saa nostaa, mikäli siinä ei ole merkintää massasta
Nostoapuvälineiden soveltuvuus	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Mikään nostoapuväline ei saa ulottua vaihteen kielen ympäri. Nostettava nostopalkilla tai vaihteenasennuskoineella.
Nostoon varattu riittävästi tilaa	Kunnossa Ei kunnossa Muu	On varmistettava riittävän tilan varaaminen nostoon siten, että ei ole vaaraa vaihde-elementin takertumisesta noston aikana.
Ratajohdon suojaetäisyydet huomioitu	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Nostokorkeuden rajoittamalla varustettu kiskoilla kulkeva työkone: alapuolella 1 m, sivulla 3 m (25 kV)
Vaihde-elementin nosto suoraan ylös maasta	Kunnossa Ei kunnossa Muu	
Elementti tasapainossa nostettaessa	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Nostamisen on tapahduttava siten, että vaihde-elementtiä nostetaan kaikista nostopisteistä yhtäaikaaisesti ja tasaisella voimalla.
Vaihteen taipuma noston aikana	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Sallittu taipuma on L/50, jossa L = vaihde-elementin pituus.
Vaihteen nosto asennusalueen lopulliselle paikalle	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Elementtejä ei saa missään tapauksessa vetää tai työntää enää maassa
Tarpeeton liikkuminen noston vaara-alueella	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Vaihde-elementin asennuksessa vaihde-elementin alle ei saa mennä.

Kiskon kunnon tarkastaminen noston jälkeen	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Kiskon kulkupinnan ja – reunan kunto on varmis- tettava silmämääräisesti nostopisteiden alueelta noston jälkeen.
Kielisalpaus ja lukitus	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Ennen lopullisten sähkö- kääntölaitteiden asenta- mista ja käyttöönottoa tulee vaihteen kielet sal- vata läpikulkutieksi kie- lisalvoilla ja lukita.
Muu turvallisuushavainto	Kyllä	Ei

Laiturialueella työskentely – turvallisuus		Tarkenne
Työmaa		
sijainti		
päivämäärä ja aika		
Laiturialueella työskentelyn turvallisuus		
Ratatyömenettely työskenneltäessä työkoneella (RSU)	Kunnossa Ei kunnossa Muu	RSU henkilölaiturialueella 1,5 m laiturille päin
Ratatyökohteen erottaminen	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Laiturialueella oleva ratatyökohta on erotettava muusta laiturialueesta esimerkiksi suoja-aitaa käyttäen aina, kun työstä voi olla vaaraa laiturialueella liikkuville henkilöille. (TURO 1.14)
Työkoneen pysäköinti laiturialueella	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Sallittu vain työkoneella tehtävän työn sitä edellyttäessä. Työkone on pysäköitävä laiturialueella aina laituriin merkityn vaara-alueen ulkopuolelle raiteen suuntaisesti, kuitenkin vähintään metrin etäisyydelle laiturin reunasta.
Työkoneen häiritsevyys junaliikenteelle	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Työkoneen ajovalojen ja vilkkuvien varoitusvalojen käytöllä ei saa haitata opasteiden tai merkkien näkyvyyttä, häikäistä junan kuljettajaa tai muun yksikön kuljettajaa tai muuten haitata kuljettajaa tähyttämistä.
Työntekijöiden varustus	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Kypärä, huomiovaatetus, turvakengät, kuvallinen henkilötunniste
Työkoneen tarkastus (dynaaminen kenttä)	Kyllä Ei	
Kuva työkoneesta		
Työkoneen yleiskunto	Kunnossa Ei kunnossa Muu	mm. peilit ja valaistuslaitteet ehjät
Ensiapuvälineet	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Jokaisessa työkoneessa EA-laukku
Alkusammutin	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Jokaisessa työkoneessa. Tarkastukset suoritettu
Tarkastuspöytäkirja	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Työkoneen vastaanottotarkastus
Turvallinen työskentelyetäisyys määritelty	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Tarkastuspöytäkirjassa merkintä turvallisesta työskentelyetäisyydestä
Muu Turvallisuushavainto	Kyllä Ei	

Turvamiesmenettely		Tarkenne
Työmaa		
Sijainti		
päivämäärä ja aika		
Keskeistä säännöstöä	TURO (linkki) Turvallisuusmenet- tyjen käsikirja rauta- tietoinnoissa (linkki)	
Edellytykset havaita juna	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Turvamiehen on sijoitettava siten, että hän havaitsee lähestyvän junan tai muun yksikön riittävän aikaisin kaikista tulo-suunnista.
Varoittamisen tavat	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Turvamiestoiminnassa varoittamisessa ja viestin välityksessä on oltava käytettä-vissä vähintään kaksi toisistaan riippumatonta tapaa. Käytettävistä varoitus- ja viestien välitystavoista on sovittava ennen työskentelyn aloittamista.
Turvamies ei osallistu muuhun työhön	Kunnossa Ei kunnossa Muu	
Turvamiehen varustus	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Oranssi huomioliivi (selässä teksti "TURVAMIES"), henkilönsuojaimet, äänimerkinantolaite, matkapuhelin, määräys turvamiehen tehtävään
Työkoneen työskentelyn turvaaminen	Kyllä Ei	
Näkö- ja kuuloyhteys turvattaviin työkoneisiin	Kunnossa Ei kunnossa Muu	
Turvamiehen ja työkoneen välinen etäisyys	Kunnossa Ei kunnossa Muu	
Turvattavien työkoneiden määrä	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Korkeintaan kaksi työkoneetta/ yksi työkone ja viisi henkilöä
Jalkaisin tehtävän työn turvaaminen	Kyllä Ei	
Näkö- ja kuuloyhteys turvattaviin henkilöihin	Kunnossa Ei kunnossa Muu	

Työkalut nopeasti käsin siirrettävissä	Kunnossa Ei kunnossa Muu	
Turvattavien määrä	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Korkeintaan kymmenen turvattavaa henkilöä/viisi henkilöä ja yksi työkone
Turvattavien ja turvamiehen etäisyys	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Enintään 100 m, huomioiden vallitsevien olosuhteiden vaikutukset
Väistöalueen sijainti	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Väistöaluetta ei saa osoittaa paikkaan, jonne pääseminen voi olla hidasta vaikeakulkuisen maaston, esteen tai alueen etäisen sijainnin vuoksi.

Työmaan dokumentit (yleinen) - tarkastuslomake		Tarkenne
Työmaa		
Sijainti		
Päivämäärä ja aika		
Yleiset		
Työntekijäluettelo	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Ei julkisesti nähtävillä työmaalla
Työntekijöiden perehdyttämislomakkeet	Kunnossa Ei kunnossa Muu	
Työmaan turvallisuussuunnitelma	Kunnossa Ei kunnossa Muu	
Riskienhallintasuunnitelma	Kunnossa Ei kunnossa Muu	
Työmaa-alueen käytön suunnitelma	Kunnossa Ei kunnossa Muu	
Viikoittaisen turvallisuusseurannan lomakkeet	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Yleensä MVR-mittauslomakkeet
Luettelo työmaalla käytettävistä kemikaaleista	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Käytävä ilmi kemikaalin luokitustiedot ja mistä kemikaalin käyttöturvallisuustiedote on saatavilla
Kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteet	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Työntekijöiden saatavilla
Työmaan ennakoilmoitus	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Oltava selvästi näkyvillä työmaalla. Laadittava, jos työmaa kestää kauemmin kuin kuukauden ja työntekijöitä väh. 10 tai työmaasta, jonka työn määrä yli 500 henkilötyöpäivää
Ilmoitus melua tai tärinää aiheuttavasta työstä	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle
Yötyölupa	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Työsuojeluviranomaiselle, kun työtä tehdään klo 23-06 välisenä aikana
Kaluston tarkastuspöytäkirjat	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Käyttöönotto- ja määräaikaistarkastukset, nostolaitteiden perusteelliset tarkastukset (https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080403#L5P37)
Rautatieturvallisuus		
Radan liikennöitävyyden tarkastuspöytäkirjat	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Tarkastusta ei tarvitse tehdä, jos työn yhteydessä tehtävällä tarkastuksella voidaan muuten taata ratatekniseltä osalta turvallinen liikennöinti (kuten vaihdetarkastus).

Liikenteelle luovutus -lomakkeet	Kunnossa Ei kunnossa Muu		Ratatyövastaava kirjaa tiedot työryhmien työn päättymisestä ja mahdollisista liikenteen rajoitteista. TURO liite 4.
Liikenneturvallisuussuunnitelmat	Kunnossa Ei kunnossa Muu		Liikenneturvallisuussuunnitelma on aina työvaihekohtainen. Se perustuu työn vaikutusalueelta laadittavaan kaavioon, jossa on merkittävä kaikki ne elementit, joita suunnitelma sisältää.
Kaivutyösuunnitelma kaivutyöstä rautatiealueella	Kunnossa Ei kunnossa Muu		Käytävä ilmi: alueella olevat kaivues-teet ja rajoitteet, kuten kaapelit, johdot ja ratalaitteet. (https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2018-07_turo_web.pdf , 5.2.3 Kaivutyöt)
Nostotyösuunnitelma	Kunnossa Ei kunnossa Muu		Rautatiealueella tapahtuvista nostoista laadittava. TURO 1.11.1 Nostojen suunnittelu
Sähköturvallisuus	Kyllä	Ei	
Maadoitus suunnitelma	Kunnossa Ei kunnossa Muu		
Jännitekatkoilmoitus	Kunnossa Ei kunnossa Muu		
Ilmoitus sähkötöistä käytön johtajalle	Kunnossa Ei kunnossa Muu		
Käytön johtajan lupa telineen/nostolaitteen pystyttämiseen	Kunnossa Ei kunnossa Muu		Jos nostolaitteen työskentelyalue ulottuu viittä metriä lähemmäksi sähköistetyn radan jännitteisiä rakenteita tai paluujohdinta, on sen käytölle haettava lupa sähkölaitteiston käytön johtajalta
Vaarallisten töiden suunnitelmat	Kunnossa Ei kunnossa Muu		räjäytys-, louhinta- ja kaivuutyöt; nostotyöt ja siirrot; työ- ja tukitelinetyö; elementtien, muottien ja muiden suurten rakenteiden varastointi, nostot ja asennus; purkutyö. Rautatieturvallisuus tulee olla huomi- oituna

Henkilönostot - turvallisuus		Tarkenne
Työmaa		
Sijainti		
Päivämäärä ja aika		
Nostimen tyyppi	Nivelpuomi/teleskooppi/saksilava	
Kuva nostimesta		
Kuva työskentelyalueesta		
Putoamissuojaus	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Putoamisen estävät kaiteet. Teleskooppi- ja nivelpuominosturin henkilönostokorissa työntekijän on käytettävä henkilökohtaisia putoamissuojaimia.
Henkilönostimen käyttöohjeet	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Rakennustyömaalla on oltava käytössä olevan henkilönostimen käyttöohjeet.
Nostimen tarkastuskilpi	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Merkintä suoritetusta vuositarkastuksesta
Merkintä maksimikuormasta	Kunnossa Ei kunnossa Muu	
Nostimen tarkastuspöytäkirja	Kunnossa Ei kunnossa Muu	
Henkilönostimen kuljettajan lupa	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Henkilönostimen kuljettajalla on oltava sen käyttöön työnantajan antama kirjallinen lupa.
Maaperän tasaisuus ja kantavuus	Kunnossa Ei kunnossa Muu	
Vähimmäisetäisyys jännitteisistä osista	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Sähkөратаohjeet, kohta 3.4
Turvalliset työskentelytavat nostokorissa	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Esim. kurkottelu, kiipeily kaiteella
Muu turvallisuushavainto	Kyllä	Ei
		Esimerkiksi viat nostimen yleiskunnossa, valoissa, äänimerkeissä, öljyvuodot

Liikkuvan työkoneen tarkastus		Tarkenne
Työmaa		
Sijainti		
Päivämäärä ja aika		
Keskeistä säännöstöä	Ratatyökoneet (linkki) TURO (linkki) Turvallisuusmenettelyjen käsikirja (linkki)	
Maalla liikkuva työkone / ratatyökone	Maalla liikkuva työkone Ratatyökone	Ratatyökoneella tarkoitetaan sellaista työkonetta ja ajoneuvoa, joka voi kulkea joko pelkästään kiskoilla, tai sekä kiskoilla että maalla.
Maalla kulkeva työkone		
Työkoneen tyyppi	kaivinkone/ pyöräkuormaaja/ kauhakuormaaja/ kuorma-auto/ nosturi/ muu	
Kuva työkoneesta		
Tarkastuspöytäkirja	Kunnossa/ Ei kunnossa/ Muu	Kaluston tarkastuspöytäkirjojen pitää olla koneen mukana.
Turvallinen työskentelyetäisyys	Kunnossa/ Ei kunnossa/ Muu	Riskienarvioinnin yhteydessä määritellään kone ja työvaihekohtaiset turvalliset työskentelyetäisyydet, jotka kirjataan työn työvaihekohtaisiin turvallisuus-, laatu- ja ympäristösuunnitelmiin ja työkoneen vastaanotto- tai käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan.
Ensiapuvälineet	Kunnossa/ Ei kunnossa/ Muu	
Sammutuskalusto	Kunnossa/ Ei kunnossa/ Muu	
Muu havainto	Kyllä Ei	
Ratatyökone		
Työkoneen tyyppi	Kiskoilla kulkeva kaivinkone/ Vaihteentukemiskone/ kiskoilla kulkeva nosturi/ Kiskoilla kulkeva kuorma-auto/ kiskontukemiskone/ Muu	
Kuva työkoneesta		
Tarkastuspöytäkirja	Kunnossa/ Ei kunnossa/ Muu	Kaluston tarkastuspöytäkirjojen pitää olla koneen mukana.

Turvallinen työskentelyetäisyys määritetty	Kunnossa/ Ei kunnossa/ Muu		Riskienarvioinnin yhteydessä määritellään kone- ja työvaihekohtaiset turvalliset työskentelyetäisyydet, jotka kirjataan työn työvaihekohtaisiin turvallisuus-, laatu- ja ympäristösuunnitelmiin ja työkonteen vastaanotto- tai käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan.
Merkintä nostokorkeuden rajoittimen tarkastuksesta	Kunnossa/ Ei kunnossa/ Muu		Ratatyökoneessa pitää olla merkintä nostokorkeuden rajoittimen tarkastuksesta mittaustuloksineen.
Ensiapuvälineet	Kunnossa/ Ei kunnossa/ Muu		
Sammutuskalusto	Kunnossa/ Ei kunnossa/ Muu		Ratatyökoneessa tulee olla alkusammuttimena vähintään yksi luokan 43A 233BC, 6 kg pakkasen kestävä jauhesammutin, joka soveltuu myös sähkölaittepaloihin
Oikosulkujohdin	Kunnossa/ Ei kunnossa/ Muu		
Pysäytyskengät	Kunnossa/ Ei kunnossa/ Muu		Ratatyökoneessa on oltava koneen paikallaan pysymisen varmistavat kiskopyöriin soveltuvat pysäytyskengät
Jalkasuojat	Kunnossa/ Ei kunnossa/ Muu		Kiskopyörärakenteisiin on asennettava määräysten mukaiset jalkasuojat (Ratahallintokeskuksen määräys 442/744/01). Jalkasuojilla on tarkoitus estää jalkoihin / varpaisiin kohdistuvaa tapaturmavaaraa.
Käsivalaisin työkonessa	Kunnossa/ Ei kunnossa/ Muu		
Muu havainto	Kyllä	Ei	

Kaivutyön turvallisuus		Tarkenne
Työmaa		
Sijainti		
Päivämäärä ja aika		
Kuva kaivutyöstä		
Tarpeeton liikkuminen työkonteen vaara-alueella	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Tarvittaessa on käytettävä peruutushälyt- timiä, sopivia kieltotauluja, aitauksia ja muuta turvalaitteita tai keskeytettävä ko- neen käyttö vaara-alueella.
Kaivannon tuenta/luiskaaminen/porrastaminen	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Jos sortuma saattaa aiheuttaa tapaturman, kaivannon seinämä on tuettava. Luotettavan selvityksen perusteella voi- daan kaivannon työturvallisuus toteuttaa luiskaamalla tai porrastamalla kaivanto.
Putoamissuojaus ja vaara-alueen merkintä	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Laki vaatii putoamissuojauksen, kun ol- laan korkeammalla kuin 2 m tai putoami- nen tapahtuu vaaralliseen paikkaan
Kaivumaan läjittäminen	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Kaivumaat läjitetty riittävän kauaksi kai- vannosta
Rakennustarvikkeiden varastointi siten, etteivät ne vieri kaivantoon	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Tarvittaessa vierivät esineet tuettava
Työkonneiden etäisyys kaivannon reunasta	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Ajoneuvot, maarakennuskoneet sekä nosto- ja muut laitteet on sijoitettava tur- vallisen etäisyyden päähän kaivannon reunasta huomioon ottaen maan laatu ja kaivannon syvyys
Kaivinkoneen sijoittuminen kaivantoon nähden	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Kone kaivannon lyhyellä sivulla, mikäli mahdollista.
Liikenne ohjattu riittävän kauas kaivannon reunasta	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Liikenne on ohjattava riittävän kauaksi kaivannon reunasta sopivin ohjaus- puomein ja estein.
Nousu- ja kulkutiet kaivantoon	Kunnossa Ei kunnossa Muu	
Radan painumien ja sortumien syntyminen estämi- nen ja seuranta	Kunnossa Ei kunnossa Muu	

Kaapelien ja johtojen suojaaminen ja tuenta	Kunnossa Ei kunnossa Muu		
Maaperän pölyämisen estäminen	Kunnossa Ei kunnossa Muu		
Muu turvallisuushavainto	Kyllä	Ei	

Tulityön turvallisuus (tilapäinen tulityöpaikka)		Tarkenne
Työmaa		
Sijainti		
Päivämäärä ja aika		
Keskeistä säännöstöä	TURO (linkki) Tulityön turvalli- suusohje (linkki)	
Kuva tulityöstä/tulityöpaikasta		
Ilmoitus liikenteenohjaukselle	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Tulityöstä on ilmoitettava liikenteenohjaukselle, kun tulityön vaara-alueella on liikennöitäviä raiteita. Rautatietalueella tulityön vaara-alue on seitsemän (7) metriä mitattuna työstettävästä kohteesta. Raiteen katsotaan olevan vaara-alueen ulkopuolella, jos sen lähin kisko on yli seitsemän metrin etäisyydellä työstettävästä kohteesta. Vaara-alue pitää määrittää laajemmaksi, mikäli tulityö voi aiheuttaa vaaraa edellä mainittua vaara-aluetta laajemmalla alueella.
Tulityösuunnitelma laadittu	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Tulityösuunnitelmassa esitetään ainakin –tulityölupakäytäntö –tulityöluvan myöntäminen –tulityötä edeltävät turvatoimet –tulityön aikaiset turvatoimet –tulityön jälkeiset turvatoimet –tulityön vartiointi
Tulityö lupa	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Tulityöluvassa on nimettävä tulityöluvan myöntäjä, tulityöntekijät ja tulityövartijat. Tulityöluvan saa myöntää vain määräajaksi. Tulityö lupa on tulityöpaikkakohtainen ja vain tulityöluvassa mainitut tulityöt ovat tulityöpaikalla sallittuja.
Tulityökortti	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Tilapäisellä tulityöpaikalla tulityötä saa tehdä vain henkilö, jolla on voimassa oleva tulityökortti.

Tulityöpaikalla ei syttyvää materiaalia	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Syttyvät materiaalit, joita ei voida poistaa, on suojattava tiiviisti palamattomalla suojapeitteellä
Laitteet ja varusteet suojapeitetyt	Kunnossa Ei kunnossa Muu	tulityöpaikalla olevat laitteet ja varusteet (esim. kaapelit) on suojapeitettävä
Sammutuskalusto tulityöpaikalla	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Sammutuskaluston on oltava vähintään kaksi 43A 183BC -teholuokan käsisammutinta.
Silmäsuojaus tulityössä	Kunnossa Ei kunnossa Muu	
Tulityövartiointin järjestäminen	Kunnossa Ei kunnossa Muu	Tulityövartiointi on toteutettava koko työn ajan, myös työtaukojen aikana. Tulityön jälkeen on tulityövartiointi toteutettava tulityöluvan mukaisesti, kuitenkin vähintään yhden tunnin ajan. Tulityösuunnitelmassa on esitettävä, kuinka tulityövartiointi järjestetään. Tulityöntekijä ei voi toimia työnaikaisena tulityövartijana
Muu turvallisuushavainto	Kyllä	Ei